



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



“Manejo en cautiverio y crecimiento corporal de *Gopherus berlandieri* (Testudines: Testudinidae) en el Laboratorio de Herpetología de la F. E. S. Iztacala”

TESIS

Para obtener el título de:

“BIÓLOGO”

Presenta:

LOBATO ALVAREZ JORGE ALBERTO

Asesor:

Biol. BEATRIZ RUBIO MORALES

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Homenajes

Esta obra fue realizada en honor a mí madre y mi abuelo, como un homenaje póstumo como personas que fueron y serán importantes en mi vida. En memoria para el recuerdo de tan bellas personas. En cualquier parte que estén **“Muchas Gracias”**



Maria Laura Alvarez Gutiérrez
(1957-2006)

Te quiero por que cuando me caí me levantaste, sí llore me consolaste, sí me perdí me orientaste, sí me equivoque me perdonaste y así me amaste.

“Gracias por haber sido mi amiga, mi consejera y mi madre, aunque te hayas ido físicamente se que tu espíritu todavía está conmigo para apoyarme, ayudarme y nunca me abandona. Lo que alguna vez te prometí en vida ya está hecho”. Muchas gracias por dedicarme toda tu vida para que yo fuera un hombre de bien y triunfador.



Ignacio J. Lobato Márquez
(1917-2005)

Las personas sólo aprenden a ser hijos después que se convierten en padres y aprenden a ser padres después de convertirse en abuelos.

“Tu fuiste mi espíritu de superación, de perseverancia, sabiduría y de triunfo. En vida siempre estuve atento con mis estudios y siempre fuiste mi ejemplo para superarme día con día en la vida y se que todas tus enseñanzas me acompañaran por el gran camino de mi existencia”

Dedicatorias

A Julio Lobato Leal que siempre ha sido un excelente padre conmigo que me ha enseñado que el trabajo, el respeto, la honestidad y honradez es el mejor camino para llegar a una meta propuesta. Tu amor de padre es el que me ha ayudado a salir adelante en las situaciones más difíciles.

A David y Christian J. Lobato Alvarez que siempre han estado a mi lado que me han apoyado y ayudado para que yo realice mis sueños y los pueda compartir con ustedes.

A Mami Fina y a mi Abuelita Eladia que me dieron su amor de madre como si yo hubiera sido su hijo y que me apoyaron para que yo siguiera estudiando.

A la Señora Paty y su familia que en los momentos más difíciles han estado con nosotros apoyándonos para que salgamos adelante y que nos han adoptado como parte de su familia. ¡Gracias!

A mis tíos José, Saturnino, Ignacio, Micheas, Matilde, Jesús y Marlene y a sus respectivas esposas y esposos por darme su cariño, su comprensión y respeto, así mismo saber que soy su orgullo como sobrino.

A Sol Abigail Duarte Estrada que ha sido mi amiga, compañera, consejera y el amor de mi vida. Eres el sol que ilumina mi sendero y con tu amor, cariño y apoyo me guió en las buenas y las malas hasta este camino. Gracias por creer en mí y compartir una parte de tu vida conmigo. “Sabes que te amo”

Al Sr. Tomas Duarte y Sra. Sara Estrada que me han apoyado, ayudado en las buenas y las malas y que me han procurado, estimado y adoptado como si yo fuese un miembro de su familia.

A mi hermano adoptivo Rodrigo Alejandro Pacheco que ha estado en las buenas y las malas desde que nos conocimos y que se que tengo su apoyo, cariño, paciencia y lo mas importante su amistad.

A Edgar Garza L. por ser mi mejor amigo y compañero durante la carrera y agradecerle su amistad durante estos últimos 5 años, también mencionando que ha sido un gran apoyo para mi.

A mis amigos del Tae Kwon Do: Christian, Cesar, Patsy, Juan, Irais, Iris, Cesar, Fernando, Marisol y Rodolfo gracias por su comprensión, apoyo y dedicación hacia mi y se que siempre contaré con ustedes.

A mis amigos del Vivario: Nancy, Reina, Lupe, Edith y Chava que me acompañaron y ayudaron cuando más lo necesite y que sin su cariño y optimismo no hubiera terminado y salido adelante.

A mis amigas de Odontología: Magos, Norma y Tatis que con su apoyo y cariño me han ayudado a salir adelante.

A las maestras Rosario Barajas y Leticia por su gran apoyo durante mi formación como profesionista y como su compañero, así como también haber creído en mí dándome su confianza.

A la Biol. Beatriz Rubio que fue la que me ayudó, me orientó, me apoyó, me regañó, me ayudo a levantarme para terminar esta obra y que me tuvo mucha paciencia y dedicación para que yo fuera un excelente alumno y profesionista. ¡Gracias por todo!

Agradecimientos

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por todo lo que me ha dado como alumno y como profesionista.

Al Laboratorio de Herpetología de la F.E.S Iztacala por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo así mismo por los recursos obtenidos.

Al Dr. Isaac Rojas González por el apoyo dado, la dedicación y empeño que le puso a este trabajo con sus comentarios para la mejora del mismo.

A mis sinodales Sergio Chazaro, Felipe Correa, Ángel Duran y Rodolfo Collazo por los comentarios y observaciones muy atinadas al trabajo y que permitió el mejoramiento del mismo.

Al M.V.Z. Luís Grajales y su equipo del área de Veterinaria por las facilidades y la ayuda prestada para la realización de este trabajo.

A mí por haberlo hecho

Y a ti por permitirte leer mi obra

¡Gracias!

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Homenajes | 5 |
| Dedicatorias | 7 |
| Agradecimientos | 8 |
| Resumen | 9 |
| Introducción | |
| <i>a) Mantenimiento en Cautiverio</i> | 10 |
| <i>b) Datos de importancia recopilados en cautiverio y modelos de crecimiento</i> | 13 |
| <i>c) Principales problemáticas de las Gopherus</i> | 15 |
| <i>d) La biología de Gopherus berlandieri</i> | 16 |
| <i>e) Enfermedades de Gopherus berlandieri en cautiverio</i> | 17 |
| Justificación | 18 |
| Antecedentes | 19 |
| Objetivos | 22 |
| Metodología | |
| <i>a) Crecimiento corporal</i> | 23 |
| 1. <i>Diseño del modelo de crecimiento</i> | 23 |
| 2. <i>Von Bertalanffy</i> | 24 |
| 3. <i>Fabens</i> | 25 |
| <i>b) Observaciones de eventos reproductivos</i> | 25 |
| 1. <i>Cópulas y Cortejos</i> | 28 |
| 2. <i>Puestas</i> | 28 |
| 3. <i>Nacimientos</i> | 29 |
| <i>c) Enfermedades</i> | 30 |
| <i>d) Manejo en cautiverio</i> | 30 |
| | |
| Resultados | |
| a) Modelos de Crecimiento corporal | |
| 1. <i>Tasa de Crecimiento de G. berlandieri</i> | 31 |
| 2. <i>Curva de crecimiento de Von Bertalanffy y Fabens</i> | 32 |

| | |
|---|----|
| b) Observaciones de eventos reproductivos | |
| 1. Descripción del cortejo y cópula | 34 |
| 2. Puestas | 38 |
| I) Tamaño del huevo | 39 |
| II) Tiempo de incubación | 39 |
| 3. Nacimientos | 40 |
| c) Enfermedades | 41 |
| d) Manual de Manejo en Cautiverio de <i>Gopherus berlandieri</i> | 51 |
| Discusión | |
| a) Crecimiento corporal | |
| 1. Tasa de crecimiento | 77 |
| 2. Modelos de crecimiento | 79 |
| b) Eventos reproductivos | |
| 1. Cortejo y cópula | 80 |
| 2. Puestas | 81 |
| 3. Los huevos | |
| I) El tamaño | 84 |
| II) Peso y Volumen | 85 |
| III) Incubación | 85 |
| 4. Nacimientos | 86 |
| c) Enfermedades | |
| 1. Enfermedades Respiratorias | |
| I) ETRA (Enfermedad del tracto Respiratorio Alto) | 87 |
| II) Neumonía | 89 |
| III) Rinotraqueitis | 89 |
| 2. Enfermedades no infecciosas | |
| I) Descalcificación (Enfermedad metabólica de los huesos) | 90 |
| II) Traumatismo | 91 |
| III) Síndrome de Inadaptación al Cautiverio | 92 |
| 3. Enfermedades menos frecuentes | |
| I) Abscesos | 93 |
| II) Amibiasis | 94 |
| III) Enteritis | 95 |
| IV) Osteodermatitis | 95 |

| | |
|--|------------|
| <i>V) Queratoconjuntivitis</i> | 96 |
| <i>VI) Enfermedades asociadas con ETRA</i> | 96 |
| <i>d) Manual de manejo</i> | 97 |
| Conclusiones | 99 |
| Literatura Citada | 100 |

Resumen

Se obtuvo la tasa de crecimiento de la especie en cautiverio en el Laboratorio de *Gopherus berlandieri* Herpetología que es igual a -0.0006 mm/mes y se encontró que el mejor modelo que describe el crecimiento corporal ($r^2 = 0.97$) de *G. berlandieri* en cautiverio es Von Bertalanffy; se observó la conducta reproductiva haciendo una descripción de ella, el tiempo de duración del cortejo en promedio fue de 3:22 minutos pudiéndose extender hasta los 10:40 minutos, las cópulas tuvieron una duración de 2.4 segundos pudiéndose extender hasta los 5.6 segundos, las puestas se registraron en los últimos 11 años siendo su rango de 1-5 con un promedio total de 1.79 ± 0.9 huevos, la longitud del huevo fue de $4.52 \text{ cm} \pm 0.53$, el diámetro fue de $3.42 \text{ cm} \pm 0.66$ y un volumen igual a $28.72 \text{ cm}^3 \pm 10.62$, el peso del huevo es de $31.83 \text{ gr} \pm 6.76$, el tiempo de incubación fue de $128.92 \text{ días} \pm 26.09$, al nacer tuvieron un peso de $23.67 \text{ gr} \pm 3.33$, una Longitud de Caparazón de $4.83 \text{ cm} \pm 0.8$, un Ancho de Caparazón de $4.20 \text{ cm} \pm 0.53$ y una Altura de Caparazón de $3.09 \text{ cm} \pm 0.21$; las principales enfermedades que afectan a *G. berlandieri* son respiratorias y la de mayor recurrencia en cautiverio es el ETRA (Enfermedad del Tracto Respiratorio Alto), con un porcentaje de incidencia del 51%, le sigue el Síndrome de Inadaptación al Cautiverio con 14%, la neumonía con un 6% y Rinotraqueitis con 6% y Traumatismo con 6%; las menos frecuentes entran en el 11% restante y son: los Abscesos, Amibiasis, Conjuntivitis, Enteritis, Osteodermatitis, Queratoconjuntivitis y Rinitis en un periodo que abarca desde 1995 al 2006; y se realizó un manual descriptivo del manejo en cautiverio de la especie en el Laboratorio de Herpetología de la F.E.S. Iztacala

Palabras clave: Manejo, mantenimiento, Cautiverio, *Gopherus berlandieri*

“Manejo en cautiverio y crecimiento corporal de *Gopherus berlandieri* (Testudines: Testudinidae) en el Laboratorio de Herpetología de la F.E.S. Iztacala”

Introducción

a) Mantenimiento en Cautiverio

La colaboración entre zoológicos, universidades y agencias gubernamentales para la vida silvestre no es nueva en el campo de la herpetología (Murphy y Collins, 1980). A través de los programas de supervivencia para las especies, los miembros de zoológicos y acuarios en Norte América trabajan cooperativamente para mantener viable el material genético y la demografía de las poblaciones que se encuentran en peligro o amenazadas con el fin de protegerlas contra la extinción (Wiese y Hutchins, 1994). Los programas de crianza en cautiverio no deben ser una panacea para las especies en peligro, sino una herramienta en el implemento del esfuerzo holista para la preservación de las especies en sus hábitats naturales (Hutchins y Wiese, 1991), sin embargo, la postura formal de la IUCN y Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group, es que la crianza en cautiverio es una opción de extrema necesidad y es argumentada como la única oportunidad de supervivencia de las especies y subespecies extraídas de su estado silvestre (Swingland, 1994).

A veces el estudio de la biología de un organismo en condiciones naturales es difícil de realizar por lo inaccesible que resulta su hábitat y lo complicado que es hacer un seguimiento del mismo (Rubio, 1998), por lo que en numerosas ocasiones se opta por el mantenimiento en cautiverio. La búsqueda básica de datos sobre animales en cautiverio puede complementar el estudio de campo. Por ejemplo, algunos anfibios y reptiles son discretos en su comportamiento social, hábitat y su reproducción, siendo muchas veces difícil estudiarlos bajo condiciones naturales (Fitch, 1987; Hutchins, 1988; Warwick, 1990).

Para que la crianza en cautiverio y la reintroducción de especies sea exitosa, el manejo adecuado del conocimiento biológico debe ser básico (Hutchins, 1988; Murphy y Chiszar, 1989; Warwick, 1990). Por lo tanto, los departamentos de Herpetología que se encuentran en las instituciones zoológicas de todo el mundo tienen como labor

desarrollar y volver más eficientes los protocolos del mantenimiento para el cuidado y reproducción de reptiles y anfibios en cautiverio (Wiese y Hutchins, 1994), sin embargo los conflictos entre la crianza en cautiverio *ex situ* e *in situ* tienen algunas consecuencias, por que está claro que los proyectos *in situ* son legítimos en su esencia, técnicas y condiciones, tratando de que sean precisas a largo del tiempo con sus programas y que sean iguales a cualquier cosa que sea sostenida por el *ex situ*. En los programas *ex situ* raramente resultan exitosas las reintroducciones, esto se debe a su localización en climas exteriores y que conviven con infecciones externas, así como otras formas de selección, por lo tanto son menos atractivos que las iniciativas *in situ* siendo éstas al parecer menos costosas y con una alta probabilidad de éxito (Swingland, 1994).

Así mismo, los programas de crianza en cautiverio y reintroducción de anfibios y reptiles tienen ventajas relativas en comparación a mamíferos y aves. Primeramente los anfibios y reptiles tienen un potencial alto de productividad relativa, permitiendo la rápida recuperación de las poblaciones, que muchas veces es un obstáculo para los que tienen una menor descendencia. Si una población pudiera tener un rebote acelerado, hay una baja probabilidad de que la diversidad alélica sea perdida debido a una deriva génica (Falconer, 1981; Wiese, 1990).

En algunos casos, la crianza en cautiverio aumenta la sobrevivencia de los organismos; de este modo se incrementa el crecimiento potencial de las poblaciones a futuro. El rumbo del cautiverio en espacios abiertos podría duplicar las condiciones naturales y la posibilidad de minimizar la selección artificial en especies mantenidas con el motivo de la conservación (Frankham et al., 1986). Así mismo, las poblaciones cautivas actúan como una reserva a los eventos que condicionan el cambio en el decline o dispersión de las poblaciones salvajes. Por lo tanto, el criterio a seguir es el auxilio de especies cautivas y en peligro para que puedan sostener poblaciones con especies comunes y de esta manera minimizar la necesidad de remover los animales de su estado salvaje (Wiese y Hutchins, 1994).

La segunda ventaja es que la conducta de los anfibios y reptiles es relativamente “una línea difícil”, cuando los comparamos con los mamíferos y aves (Warwick, 1990). Una problemática es que comúnmente muchos investigadores descalifican “*a priori*” la

investigación que se realiza en cautiverio, alegando que no refleja las observaciones que pudieran hacerse en campo, sin embargo, pocas veces se ha demostrado esto. En algunos casos es necesario el marcaje de los animales para identificar su comida apropiada, el hábitat o la interacción que llevan con sus parientes. Por lo tanto los esfuerzos de reintroducción pueden ser apoyados en base a un monitoreo cerrado y al desarrollo de técnicas adaptadas a cada especie (Hutchins et al., 1991; Jacobson, 1994a).

La tercera ventaja es que algunos anfibios y reptiles requieren de un área relativamente pequeña para el mantenimiento de una población viable, tanto en estado natural como en cautiverio. Por lo que el rango de distribución de algunas especies es relativamente pequeño comparada con mamíferos y aves, siendo muchas veces fehaciente y adecuada la adquisición del hábitat para mantener su población (Wiese y Hutchins, 1994).

Gracias a las ventajas que presenta este grupo, es más sencillo llevar acabo los programas de recuperación y crianza en cautiverio en los zoológicos, acuarios y agencias gubernamentales para la protección de la vida salvaje. Así mismo, en 1980 la American Association of Zoological Parks and Aquariums, identifica la conservación de la vida salvaje como una alta prioridad. El rol del mantenimiento profesional de los zoológicos y acuarios en la conservación presenta múltiples facetas; sin embargo contribuyen en una lista de 6 puntos (Wiese y Hutchins, 1994):

1. Proveer de refugio a especies amenazadas o en peligro de extinción para su mantenimiento genético y de salud demográfica en sus poblaciones para un reservorio de su material genético y una protección contra la extinción.
2. La propagación de animales para su reintroducción en áreas donde ellos puedan estar libres y el desarrollo de técnicas exitosas para su reintroducción.
3. El desarrollo de comportamientos veterinarios, nutricionales, reproductivos, conductuales, entre otros que sean básicos y aplicados para incrementar la habilidad en el manejo y conservación de poblaciones en cautiverio y salvajes.
4. El desarrollo y evaluación de tecnologías que puedan ser aplicadas en la conservación.
5. Educar al público en general en un intento de cambio de actitud hacia la vida salvaje.

6. Proveer directa o indirectamente soportes para programas de conservación *in situ* que haga o no envolvente el componente de la crianza en cautiverio.

b) Datos de importancia recopilados en cautiverio y modelos de crecimiento

Con el establecimiento de estos 6 puntos se puede dar prioridad a especies de reptiles que requieren de una mayor atención para su protección, un ejemplo son las tortugas. En el mundo existen 40 especies de las cuales un cuarto están amenazadas, son vulnerables o son raras (Swingland, 1994), por lo cual es importante conocer la biología de las especies tanto en la naturaleza como en el cautiverio y así proponer estrategias para su preservación.

Para que los esfuerzos de conservación se realicen eficazmente, se ha optado por el mantenimiento de poblaciones de tortugas salvajes en grupos cautivos, los cuales suministran la información necesaria en 5 áreas: sistemática, poblaciones, conducta, ecología y manejo (Swingland, 1994). En una población los datos de interés básico incluyen la edad, el sexo y la historia reproductiva que están anotados en un libro clave que permita el análisis para la toma de decisiones sobre su mantenimiento específico, logrando la base del conocimiento en su genealogía (Glaston, 1986). Con la ayuda de estos datos se puede analizar la estructura básica de una población salvaje y/o en cautiverio como: la demografía, el hábitat, el espacio mínimo requerido, las tasas de natalidad, el crecimiento, la mortandad, las historia de vida, entre otros.

En algunas especies de reptiles, los parámetros demográficos son semejantes como por ejemplo la fecundidad y la sobrevivencia que varía con el tamaño de los individuos y/o la edad (Iverson, 1991; Tinkle et al., 1970). En esencia se entiende que la relación entre la edad y el tamaño del cuerpo es vital para el desarrollo de modelos demográficos, ya que para algunos reptiles son funcionalmente dependientes de la tasa de crecimiento que por la edad o la combinación de ambos como variables (Crouse et al., 1987; Nichols, 1987 y Kennett, 1996).

En los estudios descriptivos de crecimiento, los modelos no lineales son los más utilizados (Lindeman, 1997). Estos modelos permiten que la población pueda ser descrita por alguno de estos parámetros (% de crecimiento, talla del cuerpo en el comienzo del intervalo de desarrollo, talla asintótica de los individuos y forma de la

curva de desarrollo), los cuales son comparados con los parámetros estimados para otras poblaciones de una o diferentes especies (Lindeman, 1997).

En los estudios de crecimiento de tortugas, el modelo más utilizado es el de Von Bertalanffy que relaciona la edad con el tamaño (Lindeman, 1997; Kennett, 1996) y otro menos conocido es la regresión “split stick”, que es una variante de la “spline regresión” que estima la relación entre la tasa de crecimiento y el tamaño (Kennett, 1996). El modelo de Von Bertalanffy es muy utilizado en las curvas de crecimiento para tortugas marinas (Frazer y Ehrhart, 1985) y de agua dulce (Dunham y Gibbons, 1990; Lindeman, 1997) pero no para especies terrestres (Mushinsky, 1994; Germano, 1994).

a) Principales problemáticas de las *Gopherus*

El criterio a seguir de los datos colectados sobre las poblaciones cautivas, podría ser verificada con los datos de poblaciones salvajes y comparada cuando sea posible (Murphy y Chiszar, 1989; Zimmerman, 1989). A partir del estudio y análisis de estos datos, se han redirigido los esfuerzos de conservación, mantenimiento y reproducción de poblaciones cautivas de la familia de los Testudinidos para diversos fines; ya sea por su importancia comercial en la venta de mascotas para los géneros *Geochelone*, *Kinixys*, *Malacochersus*, *Manouria* y *Testudo* (De Vosjoli, 1996b) o en la recuperación de poblaciones seriamente diezmadas principalmente por la destrucción de su hábitat, la contaminación y depredación, por ejemplo las tortugas del género *Gopherus*.

En los Estados Unidos y México todas las especies de *Gopherus* poseen problemáticas considerables en el deterioro y exterminio de sus poblaciones por lo que requieren de atención. En la actualidad el estado de *Gopherus agassizii* (Tortuga del Desierto), *G. berlandieri* (Tortuga texana), *G. flavomarginatus* (Tortuga del Bolson) y *G. polyphemus* (Tortuga topo) ha propiciado un gran interés por su conocimiento. Turner (1986), Morafka y colaboradores (1989), Dimer (1989) y Berry (1989) exhiben un análisis de la información que se encuentra disponible y exponen la problemática que aqueja a estas especies con diferentes grados de seriedad (Swingland, 1994).

Todas las especies se enfrentan con los efectos de la competencia del sobre pastoreo, la agricultura, la usurpación de su rango de distribución, la destrucción de su hábitat, la urbanización, la depredación y la colecta como mascota. Lo cuantioso de la información demuestra que en algunas áreas donde es frecuente el muestreo de las tortugas, existe un declive en las densidades poblacionales, la salud de los individuos y la estructura de la población, por lo cual se propone que en un periodo de 20 años las poblaciones de *G. agassizii* estarán extintas, aun es más dramático el hecho improbable de su mantenimiento (Swingland, 1994).

En el caso de *Gopherus berlandieri* se ha visto una reducción en sus poblaciones, atribuido a su baja tasa reproductiva, su prolongado tiempo para llegar a la madurez sexual, la destrucción de su hábitat por actividades agrícolas y ganaderas, así mismo por su explotación como mascota. Esta problemática indujo que en 1967 en Texas se

promoviera su protección por ley; La IUCN (1990) en “La lista roja de animales amenazados” menciona que su status es indeterminado; sin embargo en México en 1991, se declara como en peligro de extinción (CT-CERN-001-91) y desde 1994 se reporta como amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2001); por lo tanto, está regularizada su extracción y mantenimiento.

b) La biología de *Gopherus berlandieri*

Las poblaciones de *Gopherus berlandieri* habitan en matorrales espinosos en la provincia biótica del sur Del Río y San Antonio Texas en los Estados Unidos; en México se les encuentra desde el nivel del mar hasta una altitud de los 884 m en Coahuila y se localizan en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, hasta la frontera de San Luís Potosí (Rose y Judd, 1982; Judd y Rose, 1989), Zacatecas y parte del norte de Veracruz (Niño, 1998; Lazcano y Dixon, 2002).

Esta tortuga es una de las especies más pequeñas del género, con un dimorfismo sexual muy evidente (Rose y Judd, 1982), una longitud de caparazón (LC) máxima de 22 cm, siendo los machos mayores que las hembras (Auffenberg y Weaver, 1969; Hellgren et al., 2000); así mismo los machos tienen unas glándulas engrosadas debajo de la barbilla, escudos anales engrosados y una concavidad en el plastrón (Rose y Judd, 1982; Hellgren et al., 2000). En las hembras la apertura del Xiphiplastrón del caparazón es más amplia que la de los machos debido al tamaño del huevo (Rose y Judd, 1991). La longitud mínima de una hembra sexualmente madura es de 140 mm de LC que se estima en un rango de edad de 11 a 17 años. Algunos individuos llegan a madurar sexualmente a los 105 mm de LC, que es aproximadamente a los 10 años (Judd y Rose, 2000). Su periodo de vida es reportado de 40 años aproximadamente, teniendo una baja tasa de reclutamiento por la alta mortalidad en sus huevos y juveniles (Bury, 1982). La puesta de esta especie puede llegar a ser de 1 a 4 huevos por temporada, iniciando en Abril y culminando a fines de Julio (Hellgren et al., 2000).

Su actividad es diurna, encontrándolos por la mañana y en mayor frecuencia por la tarde; tales ciclos se deben principalmente a las altas temperaturas del medio día (Auffenberg y Waver, 1969; Rose y Judd, 1975). Por otra parte la lluvia favorece su actividad, pero si continua o permanece nublado por varios días, está se reduce (Niño, 1998). Hay que mencionar que en estado silvestre estas tortugas tienen una época de

hibernación al año y cada una de ellas se encuentra marcada por anillos en los escudos de su caparazón (Germano, 1988; Zug, 1991; Germano y Bury, 1998).

Su alimentación se basa en hojas de arbustos, pastos, así como de flores y frutos de *Opuntia*. Rose y Judd (1982) reportan a base de observaciones en campo y en cautiverio que su dieta es de pequeños tallos y gramíneas. Los requerimientos básicos nutricionales de juveniles y adultos de *G. berlandieri* son diferentes, en donde los primeros tienen grandes tasas de masa específica metabólica que los individuos más grandes, por lo que los individuos jóvenes deben tener una dieta rica en energía digerible (i.e., dieta baja en fibras) y llevar una dieta rica en Nitrógeno para su crecimiento y desarrollo. En cuanto a los adultos reproductivos su nutrición debe ser a base del consumo de proteínas y calcio para la formación de huevos (Avery, 1995).

c) Enfermedades de Gopherus berlandieri en cautiverio

En el cautiverio es fundamental proporcionar a los organismos las condiciones apropiadas para su permanencia saludable, lo que eventualmente permitirá su reproducción (Correa, 1995). Muchas veces las deficiencias en el manejo de la alimentación, humedad, temperatura y luz en los encierros provoca afecciones en los animales cautivos; por lo que también se hace necesario el conocimiento de los principales padecimientos que les aquejan, así como la prevención y control de los mismos (Marcus, 1980). Sin embargo, muchos de los organismos que se extraen de su hábitat y se trasladan al cautiverio no se adaptan a él, adquiriendo enfermedades donde es muy difícil su recuperación provocando su debilitamiento hasta llegar a consecuencias fatales.

En los reptiles se observa un amplio espectro de organismos patógenos oportunistas entre los cuales encontramos: algas, bacterias, hongos y virus, así como diversos tipos de protozoarios y metazoarios parásitos (Frye, 1981). Estos son causantes de afecciones comunes al huésped como son: estomatitis, dermatitis, conjuntivitis, septicemia, bronconeumonía, úlceras intestinales, necrosis hepática, diarrea, de las que son responsables bacterias de los géneros *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, entre las más comunes (Correa, 1995).

En *Gopherus berlandieri* la principal problemática que se presenta en cautiverio es que se hace susceptible a *Mycoplasmosis* que provoca el ETRA (Enfermedad del Tracto Respiratorio Alto) (Judd y Rose, 2000; Word Chelonia Trust, 2003) donde los individuos infectados no se recuperan en su totalidad y algunas veces responden temporalmente a antibióticos fuertes (Judd y Rose, 2000). A pesar de esto no se han encontrado publicados tratamientos efectivos para el combate de esta enfermedad.

Antecedentes

Los trabajos que se desarrollan con poblaciones salvajes permiten conocer la biología de *Gopherus berlandieri* y estos datos a su vez pueden ser comparados con poblaciones cautivas con la oportunidad de desarrollar técnicas para su mantenimiento en cautiverio. Sin embargo son pocos los estudios sobre este tema por lo que la mayor parte de lo que conocemos son por trabajos realizados en campo sobre poblaciones silvestres.

Para adecuar las mejores técnicas de mantenimiento al cautiverio, es necesario el conocimiento de su distribución para duplicar las condiciones ambientales en los encierros a las que están sometidas en estado salvaje como: temperatura, luz, humedad y alimentación que son determinantes para llevar a cabo esta tarea con éxito (Huff, 1980; Fowler, 1984; Simpson y Ellis, 1990; Correa, 1995). Actualmente se han realizado trabajos sobre la ecología de poblaciones de *G. berlandieri* en el sur de Texas en los E.U.A y Norte de México, estos trabajos abarcan la demografía, la distribución, la estructura de las poblaciones, la densidad, la época de apareamiento y reproducción de la especie (Günter, 1945; Brown, 1950; Auffenberg y Weaver, 1969; Smith y Smith, 1979; Rose y Judd, 1982; Niño, 1998; Lazcano y Dixon, 2002). Sus áreas de distribución en su mayor parte son desérticas y semidesérticas, donde las tortugas están muy bien adaptadas (Hellgren et al., 2000). En estas zonas abundan las pequeñas hierbas, nopales, algunos tallos y gramíneas de las cuales ellas se alimentan (Rose y Judd, 1982).

Es bien conocido que los cambios de temperatura y luz en las diferentes épocas del año rigen el ciclo de vida de la especie, desde la época de hibernación hasta la reproductiva. La temperatura domina gran parte de su vida cotidiana, donde una actividad mínima se presenta a los 6.5°C y la máxima se presenta en un rango de temperatura de 24.1 a 39.0°C (Voight y Johnson, 1976; Judd y McQueen, 1980; Rose y Judd, 1982). Esta marcada estacionalidad ayuda a las tortugas a entrar en época reproductiva, teniendo la puesta de los huevos a principios de Abril y culminando en Septiembre, con un pico de puesta desde Junio a Julio y otro de Agosto a Septiembre (Sabath, 1960; Auffenberg y Weaver, 1969; Judd y Rose, 1989; Hellgren et al., 2000),

así mismo se sabe que la incubación varía entre 88 a 118 días, con nacimiento del 60.6% en estado salvaje (Judd y McQueen, 1980).

El conocimiento básico de las especies pertenecientes al grupo contribuye en las primeras experiencias en el mantenimiento en cautiverio y en la elaboración de manuales universales. De Vosjoli (1996a) crea un manual de instalación y mantenimiento de Vivarios de desierto, describe las características que debe tener un encierro de este hábitat para: lagartijas, serpientes, gekos, iguanidos, scincidos, boas, pitones, colúbridos y pequeñas tortugas específicamente del género *Testudo*. En ese mismo año él da a conocer un Manual sobre el mantenimiento en cautiverio de poblaciones de Testudinidos de interés comercial en donde exponen: los requerimientos básicos de los encierros, la selección de los ejemplares, sexado de los mismos, el número de tortugas por grupo, alimentación, enfermedades y las principales características de algunas especies de *Geochelone*, *Testudo*, *Kinixys*, entre otros. Para *G. berlandieri* se encuentra el manual de Pérez (1998) en donde presenta las técnicas y procedimientos para el manejo clínico de herpetofauna cautiva, en el cual menciona los requerimientos de *G. berlandieri* en condiciones de cautiverio, así mismo menciona la dieta que se le proporciona en el Laboratorio de la FES Iztacala y que consiste en: lechuga escarola, apio (principalmente las hojas), dientes de león (todos estos ricos en calcio) col, flor de calabaza, calabacitas y nopales. Posteriormente Rubio (1998) presenta un manual sobre el mantenimiento de herpetofauna cautiva en donde menciona entre otras cosas el manejo de las tortugas terrestres pertenecientes a los géneros *Gopherus* y *Geochelone*. En ese trabajo describe las características de los encierros, substrato, iluminación, temperatura, humedad, alimentación; así mismo el manejo, el procedimiento de toma de datos, así como su importancia en la descripción de su crecimiento y desarrollo.

El análisis de los datos nos permite hacer comparaciones del crecimiento entre las poblaciones salvajes y cautivas. Los primeros antecedentes que existen, demuestran diferencias entre las mismas poblaciones salvajes posiblemente por diferentes tasas de crecimiento (Auffenberg y Weaver, 1969), por lo que se podría sospechar que existen diferencias en el crecimiento corporal de poblaciones cautivas dado que no están sometidas a las mismas condiciones. Debido a estas sospechas se han propuesto muchos modelos de crecimiento para el estudio de los Testudinos. Uno de esos trabajos es el de

Mushinsky y colaboradores (1994) donde hace una comparación de residuales ajustados entre el modelo de Von Bertalanffy y la ecuación logística afirmando que el primero no es el modelo más adecuado para la descripción en el crecimiento de *Gopherus polyphemus*.

Para la realización de un modelo de crecimiento de testudinos de Norte América, Germano (1994) utilizó el modelo de Richards donde “m” (la pendiente) tiende por debajo de 1 (i.e. del modelo de Gompertz) en 16 de 21 modelos, sosteniendo lo que dice Mushinsky y colaboradores (1994) que el modelo de Von Bertalanffy no es el mejor modelo a escoger para Testudinidos.

El establecer un modelo de crecimiento adecuado, contribuye a la evaluación del ambiente en que es mantenida la especie y puede ser un criterio de análisis para indagar si estas condiciones son las apropiadas para el organismo y así evitar posibles deficiencias alimentarias o metabólicas que culminen en enfermedades.

Por lo tanto, el conocimiento general de la especie nos da un panorama general sobre la problemática, historia, estado legal, el daño causado por las actividades humanas a su población, la alteración de su hábitat y algunas enfermedades que aquejan a *G. berlandieri*.

Justificación

La mayor parte de la información sobre *Gopherus berlandieri* está encaminada a trabajos ecológicos y de conservación y solo están restringidos al sur de Texas en los E.U.A., siendo insuficiente la información generada en México ya que se conoce poco sobre sus poblaciones, distribución y gran parte de su biología y aún son menores los trabajos sobre el mantenimiento y la crianza en cautiverio. Por lo tanto se propone describir el manejo en cautiverio en el Laboratorio de Herpetología de la F.E.S. Iztacala, así como la elaboración de un modelo de crecimiento corporal de la especie y estudiar algunas de sus conductas reproductivas y principales enfermedades en cautiverio, aportando nuevos datos sobre la biología de *G. berlandieri* y para su conservación.

Objetivo general

- Contribuir al conocimiento sobre el manejo en cautiverio, la conducta reproductiva y el crecimiento corporal de *Gopherus berlandieri* en el Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala.

Objetivos Particulares

- 1) Comparar dos modelos matemáticos de crecimiento corporal en *G. berlandieri*.
- 2) Describir las características reproductivas de la especie.
- 3) Señalar las principales enfermedades, su frecuencia y los tratamientos utilizados.
- 4) Describir y explicar en un manual las técnicas para el manejo adecuado en cautiverio de *G. berlandieri*.

Metodología

Desde 1985 a la fecha, se han alojado en el Laboratorio de Herpetología-Vivario cerca de mas de 27 ejemplares de *Gopherus berlandieri*; estas tortugas son producto de las donaciones de particulares, colectas o decomisos del gobierno federal que son entregadas al resguardo del Laboratorio. Actualmente se tienen vivas 4 tortugas con las que se trabajó en la descripción de eventos reproductivos. El periodo de trabajo con *Gopherus berlandieri* de la colección actual comprendió desde Noviembre del 2005 a Noviembre del 2006. De todas las tortugas que se han albergado en el Laboratorio se realizó una base de datos, para obtener información sobre su crecimiento, antecedentes reproductivos e historias clínicas.

Se anexaron los datos reproductivos de la especie contenidos en los archivos del Laboratorio desde 1995 al 2006.

a) Crecimiento corporal

Se obtuvo una muestra de 27 tortugas que se mantuvieron en cautiverio desde 1991 al 2005 en el Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala, de esta muestra se tomaron en cuenta organismos de todas las edades (recién nacidos, juveniles, adultos sexualmente maduros, adultos mayores) y sin distinción de género. De estas tortugas se obtuvo la Longitud del Caparazón (LC) con los cuales se realizaron los modelos de crecimiento de la especie en cautiverio. Las medidas se obtuvieron con un vernier (Marca = Scala; Rango de error = 0.1 mm).

1. Diseño del modelo de crecimiento

Se calculó la tasa de crecimiento (TC) a partir del modelo utilizado por Zúñiga-Vega y colaboradores (2005) y adaptado para las tortugas:

$$TC = (LC_2 - LC_1) / t$$

Donde TC es la tasa de crecimiento en mm/mes, es decir el cambio en la longitud del caparazón por mes; LC_2 es el último registro de la Longitud del Caparazón

tomado y LC_1 es el primer registro de la longitud del caparazón; “t” número de días entre LC_2 y LC_1 . Posteriormente se sacó la longitud media con los valores trabajados para cada LC utilizada.

Usando las técnicas de regresión lineal se usaron los datos de la tasa de crecimiento (TC), contra la longitud del caparazón media (LC) para sacar la ecuación de la recta. Así mismo se obtuvo su intervalo de confianza y la probabilidad de que la pendiente sea igual a cero. Basándose en los valores obtenidos se procedió a elaborar la curva de crecimiento con los siguientes modelos: Von Bertalanffy y Fabens (Von Bertalanffy, 1951 y 1957; Fabens, 1965; Mushinsky et al., 1994; Germano, 1994 y Zúñiga-Vega et al., 2005).

2. Von Bertalanffy:

Se obtuvo con la siguiente fórmula, ya conociendo el tamaño de las tortugas al nacer (L_0):

$$L_t = z (1 - ke^{-bt})$$

Donde:

L_t = Es la longitud en mm que el animal ha alcanzado al haber transcurrido un tiempo t , desde su nacimiento

k = Es una constante que puede ser estimada conociendo la longitud que presenta los animales al nacer (L_0) y se puede estimar de la siguiente forma:

$$k = 1 - (L_0 / z)$$

z = Es la longitud en la cual ya no se registra crecimiento (es la asíntota) en la gráfica y se obtiene a partir de los valores de la ecuación de la recta que son: la ordenada al origen (a) entre la pendiente de la recta (b)

$$z = - a / b$$

e = La base de los logaritmos naturales = 2.718281

t = Es el número de días que comprende el intervalo de crecimiento

3. Fabens

Estima el tamaño L_2 de un animal al tiempo $t + d$ en términos de su tamaño L_1 al tiempo t :

$$L_2 = z - (z - L_1) e^{-bd}$$

Donde:

d = Es la duración del periodo de crecimiento o número de días transcurridos desde el día en que se tomó la medida L_1 al día que se tomó la medida L_2 .

A partir de estos modelos se determinó cual es el mejor modelo de crecimiento para esta especie a partir del siguiente criterio: por la comparación entre las predicciones de la Longitud del Caparazón dada por los modelos, los tamaños obtenidos de las tortugas (Kennet, 1996) y calculando su coeficiente de determinación para cada modelo.

b) Observaciones de eventos reproductivos

Las observaciones de cortejo y cópula estuvieron condicionadas al clima que dominaba durante los días en que se observaron a las tortugas en el encierro exterior. El clima del municipio de Tlalnepantla es Templado subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 22-24°C y una precipitación media anual de 800 mm (INEGI, 2006), por lo tanto este clima es mas frío y lluvioso que en donde ellas habitan, ya que es un clima desértico ó semidesértico al cual las tortugas están muy bien adaptadas (Hellgren et al., 2000). Por lo tanto recalamos que durante los días nublados, fríos y lluviosos las observaciones fueron imposibles de realizar por que son condiciones que afectan la salud de las tortugas. De las 104 salidas posibles desde el 22 de Noviembre del 2005 hasta 22 de Noviembre del 2006 (2 salidas de 4 horas por semana) se pudo efectuar 66.4% y el 33.6% restante no se realizo por las condiciones climáticas adversas ya mencionadas.

Las observaciones se llevaron a cabo 2 veces por semana por 2 horas diarias (al medio día), durante un año. Recalcando que fue una pareja por día y se trabajó en el encierro externo del Laboratorio. En el mismo tenemos 3 diferentes tipos de terrario: el de asoleo, exhibición y el individual o de polietileno.

El primer encierro (Figura.1) se encuentra en el exterior del Laboratorio y se utiliza para el asoleo de las tortugas y las observaciones de cortejo y cópula. Este encierro tiene 508cm de largo, 174cm de ancho y paredes de cemento que lo rodean de una altura de 60cm. Dentro de él crece pasto como sustrato, también existe un arenero en un extremo

para los posibles desoves. El arenero mide 50cm de ancho por 90cm de largo y con una profundidad de 5cm. La temperatura de este lugar es muy variable dadas las condiciones climáticas. Sí hace frío, está nublado o llueve serán considerados como factores que limiten la salida de los ejemplares ya que pueden ocasionar el desarrollo de enfermedades respiratorias muy graves como el ETRA (Enfermedad del Tracto Respiratorio Alto).



Figura. 1 Encierro exterior. Dentro del mismo hay crecimiento de pasto con una cactácea en el centro.

El encierro de exhibición (Figura. 2) está ubicado en el interior del Laboratorio y pertenece al área del Vivario destinada para la exposición, descanso y alimentación de las tortugas. Este encierro tiene unas dimensiones de 160cm de largo, 60cm de ancho y con una altura de 58cm. Cuenta con una estructura de ladrillo y cemento en su interior y simula las condiciones naturales en las que viven; donde el sustrato es de arena sílica de un espesor aproximado de 6cm con espacios libres para poder moverse, un cactus de barro a manera de adorno y una zona dedicada a la alimentación. En la zona del exhibidor, existe por encima del encierro un cristal, el cual permite observar a los organismos y en el lado opuesto hay una puerta metálica con ventilación. El rango de temperatura del interior del encierro es entre 30 y 32°C.



Figura. 2. Encierros de exhibición. La primera foto muestra la zona de exhibición expuesta al público y la segunda foto el interior del encierro dentro del Laboratorio.

El tercer tipo de encierro son los contenedores de polietileno (Figura. 3); estos son cajas de una longitud de 63cm de largo, 44cm de ancho y 22cm de alto. Estas cajas se encuentran en un cuarto dentro del Laboratorio con una temperatura aproximada entre 25 y 35°C. Como sustrato en estos encierros se puede o no colocar periódico esterilizado. En una esquina se les pone el alimento. Este encierro es el más utilizado para aislar a los organismos.



Figura. 3 Encierros de polietileno. En estos encierros solo se coloca una tortuga para su libre movimiento. No tienen accesorios adicionales.

1. Cópulas y Cortejos

Se llevaron a cabo las observaciones del evento en el encierro exterior y se anotaron los siguientes datos: Fecha, No. de registro de los individuos involucrados en el evento, el tiempo que duró desde el comienzo hasta su fin, frecuencia del evento y la temperatura mínima y máxima del encierro. Así mismo se hizo una descripción completa de los eventos.

2. Puestas

Se tienen registros desde mayo de 1995 hasta agosto del 2006, algunos huevos fueron puestos por las hembras de *G. berlandieri* del Laboratorio y otros fueron traídos por particulares para su incubación.

Con nuestras tortugas se efectuó una revisión periódica de los encierros para saber si hubo alguna puesta, sí fuese así se procedió de la siguiente forma: los huevos encontrados se colocaron en un recipiente de incubación con agrolita, cuidando de no modificar su posición original y se llevaron a incubar a una estufa bacteriológica a 30°C con una humedad relativa de entre 55 a 65 % (Figura 4).



Figura. 4 Huevos de *G. berlandieri* en el recipiente de plástico con agrolita.

Por cada puesta se anotó el número de huevos de la misma y se tomaron los siguientes datos de cada huevo: No. del huevo, fecha de su puesta, peso, longitud, diámetro y volumen. Dado que el huevo de *G. berlandieri* es ovalado, el volumen se obtuvo a partir de la fórmula de la elipse (Flemming, 1994 y Correa, 2004):

$$V = 4/3 \pi (a/2) (b/2)^2$$

Donde:

a = longitud del huevo

b = diámetro del huevo

El tiempo de incubación fue considerado desde que la madre puso el huevo hasta su eclosión. Si el huevo fue infértil no se tomó este dato, pero sí servirá para la evaluación de los porcentajes de viabilidad.

3. *Nacimientos*

A las tortugas que nacieron se les tomaron los siguientes datos: No. de nacimientos, peso y medidas de su caparazón:

- Largo del caparazón (LC): Considerado desde la escama nucal hasta el extremo opuesto del caparazón
- Ancho del caparazón (ANC): Se tomó de la parte más ancha del caparazón a su otro costado.
- Alto del Caparazón (ALC): Esta medida se tomó de la parte más alta del caparazón a su base.

c) Enfermedades

Se realizó una búsqueda de las enfermedades de *G. berlandieri* en el archivo clínico del área de Veterinaria del Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala. Los registros que se obtuvieron son desde 1995 hasta el 2006 y se analizó la información sobre las enfermedades, los tratamientos utilizados y su frecuencia en los últimos 11 años.

d) Manejo en cautiverio

Se realizó una descripción de su legislación sobre su posesión, mantenimiento, adaptación, tipos de encierros, fotoperiodo, temperatura, humedad, alimentación, limpieza, manipulación de los organismos, toma de datos y estado de salud. También se detallaron técnicas adecuadas para el manejo en cautiverio de *G. berlandieri*, resumiendo las experiencias del Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala.

Resultados

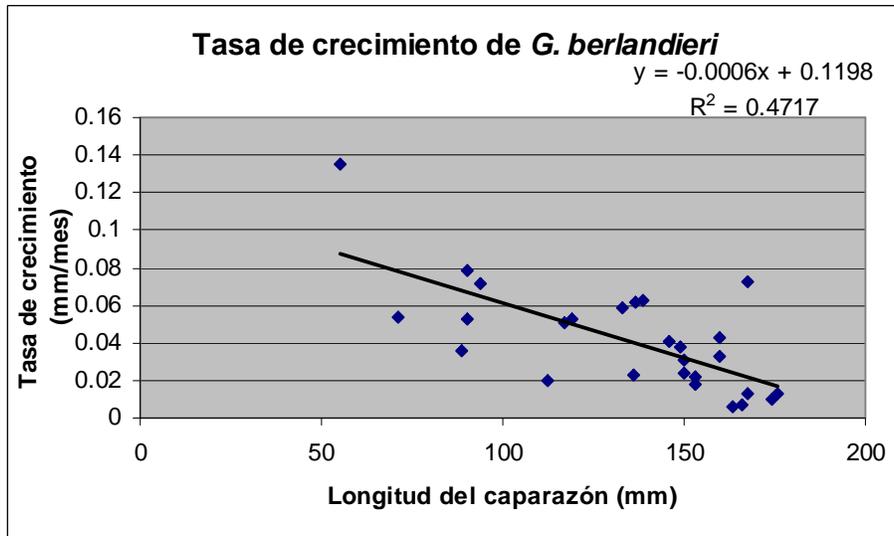
a) Modelos de Crecimiento corporal

1. Tasa de Crecimiento de *G. berlandieri*

La tasa de crecimiento teórica que tiene un animal al nacer es de 0.1198 mm/mes la cual va decayendo a una velocidad de -0.0006 mm/mes conforme el animal va aumentando su LC ($r^2 = 0.47$) (Gráfica. 1), es decir los organismos recién nacidos tienen una tasa de crecimiento inicial de 0.09 mm/mes que es mayor si la comparamos con los organismos adultos mayores que tienen una tasa de crecimiento igual a 0.0133 mm/mes, por lo tanto estos organismos ya no registran crecimiento a un LC de 204.4226 mm, recordando que estos organismos alcanzan un LC máxima de 220 mm (Auffenberg y Weaver, 1969; Hellgren et al., 2000) (Tabla. 1).

| Madurez del organismo | LC (mm) | Tasa crecimiento (mm/mes) | Edad (días) |
|------------------------------|----------------|----------------------------------|--------------------|
| Recién nacido | 48.3 | 0.09 | 0 |
| Juvenil | > 125 | 0.13 - 0.05 | 60 – 1020 |
| Hembras sexualmente maduras | 155- 165 | 0.02 – 0.005 | 1980 – 2400 |
| Adulto mayor | 176 - 204.42 | 0.0133 - 0.0028 | 2940 – 10320 |

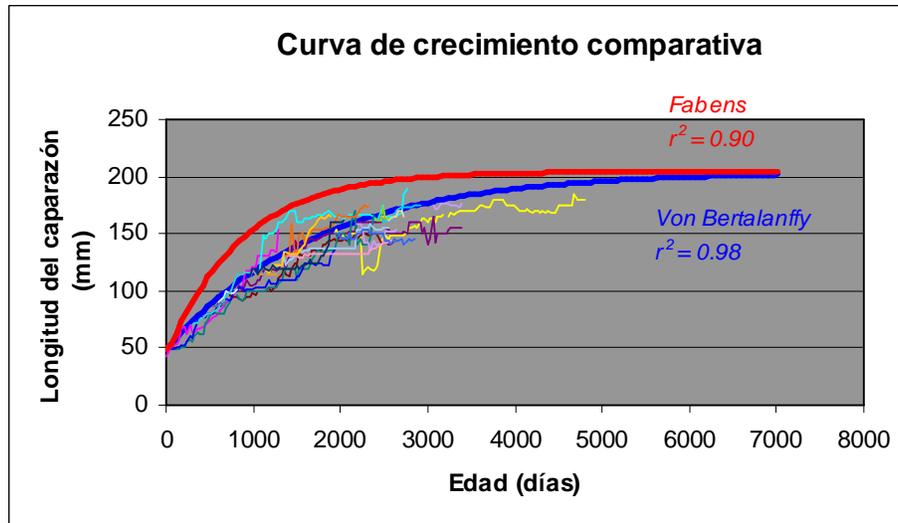
Tabla 1. Cuadro en donde se nota la disminución de la tasa de crecimiento conforme la edad y madurez del animal.



Gráfica 1. Tasa de crecimiento de *G. berlandieri* ($n=27$) que han estado en el Laboratorio desde 1991 hasta el 2005. Intervalo de confianza $\beta = -0.0006 \pm -1.05685E-07$ con un 95% de confianza; se descarta que la probabilidad de que la pendiente sea igual a 0 ($-4.5852 > t$ con un 95 % de confianza; con g.l. = 26).

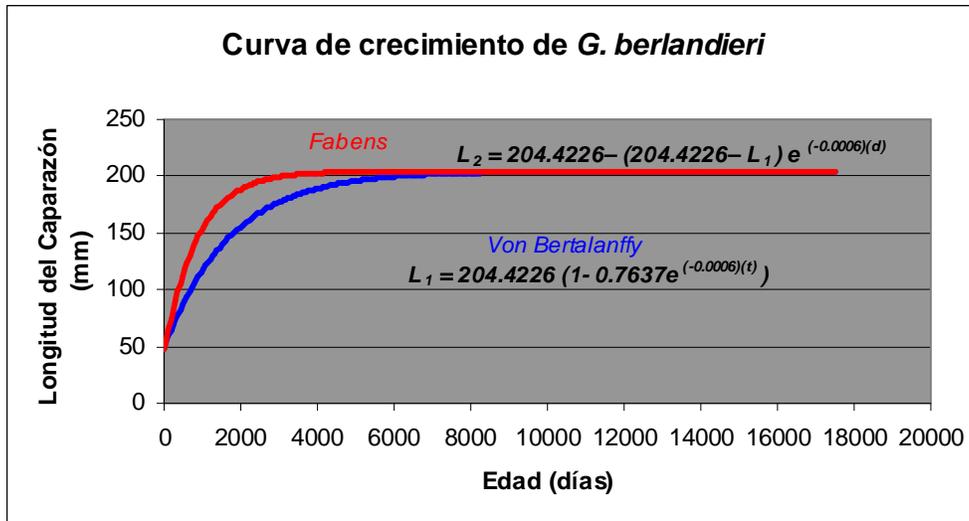
2. Curva de crecimiento de Von Bertalanffy y Fabens

Los valores dados por cada modelo son significativamente diferentes entre sí, por lo que se graficó esos valores con la Longitud del Caparazón de las 27 tortugas mantenidas en cautiverio (cada color representa como cambió la talla de una tortuga a lo largo del tiempo) (Gráfica. 2). Se puede observar que el coeficiente de determinación es mas alto en el modelo de Von Bertalanffy ($r^2 = 0.98$) que en Fabens ($r^2 = 0.90$), por lo tanto el primer modelo es el que mejor estima la talla en cautiverio de *G. berlandieri* a temprana edad.



Gráfica 2. Curva de crecimiento que compara los dos modelos utilizados con las tallas de las tortugas que han estado en cautiverio ($n = 27$) en el Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala.

Por lo tanto de acuerdo a la curva de crecimiento de Von Bertalanffy (Gráfica. 2) tenemos que a un tiempo 0 (eclosión de la tortuga) tendrá un LC promedio de 48.3 mm. El cual va aumentando su tasa de crecimiento hasta una edad de 1920 días (5 años y medio), a partir de aquí la tasa de crecimiento va disminuyendo hasta alcanzar la madurez sexual. Los organismos juveniles (>125 mm de LC) alcanzan una madurez sexual por arriba de los 1200 días (3 años y dos meses); estos datos son muy diferentes a los reportados por Judd y Rose (2000) donde mencionan que este tamaño es alcanzado a los 10 años en estado salvaje. Las hembras maduran sexualmente en rangos de 155 y 165 mm de LC (Rose y Judd, 1982) y de acuerdo al primer modelo tendrían una edad aproximada entre los 1980 días y los 2400 días (entre los 5 años 4 meses y 6 años y 6 meses) que según Judd y Rose (2000) este tamaño es alcanzado entre los 11 y 17 años. Por otra parte estas tortugas dejan de crecer a los 199.8450 mm de LC que es una edad estimada de 6060 días (16 años y medio); el crecimiento es asintótico a los 204.0398 mm de LC con una edad estimada de 10320 días (28 años dos meses), recordando que estos organismos alcanzan un LC máximo de 220 mm (Auffenberg y Weaver, 1969; Hellgren et al., 2000) pero se han reportado machos con una longitud máxima de 219 a 228 mm LC (Auffenberg y Franz, 1978; Bury y Smith, 1986).



Gráfica 3. Curva de crecimiento que compara los dos modelos utilizados con sus respectivas ecuaciones.

b) Observaciones de eventos reproductivos

1. Descripción del cortejo y cópula

Se considerará como cortejo a los movimientos que hace el macho antes de la cópula. Mas que un cortejo es un sometimiento que hace el macho con la hembra. El cortejo de las *Gopherus berlandieri* es relativamente corto y siempre es iniciado por el macho de la siguiente manera:

Cuando una pareja se coloca en el encierro exterior el macho comienza a perseguir y olfatear a la hembra constantemente en la región cloacal (Figura. 9a). El cortejo comienza cuando el macho mueve la cabeza de arriba-abajo ya sea por el frente o por los costados de la hembra siempre existiendo un contacto visual y cortando el camino de la hembra (Figura. 9b). Una vez que está se quedo inmóvil, el macho procede a morder los escudos marginales frontales del caparazón de la hembra o en ocasiones las escamas de las patas anteriores cuando la hembra se repliega en su caparazón (Figura. 9c). Esta fase del cortejo continúa con movimientos circulares en sentido o contrasentido de las manecillas del reloj; siempre el macho tratando de morder la parte anterior de la hembra. Cuando la hembra cede el macho procederá a montarla (Figura. 9d).

El macho se sube sobre la hembra por la parte posterior del caparazón y es cuando el macho rasca con sus patas anteriores a la hembra a manera de estímulo. La cópula empieza cuando el macho proyecta su pene dentro de la cloaca de la hembra.

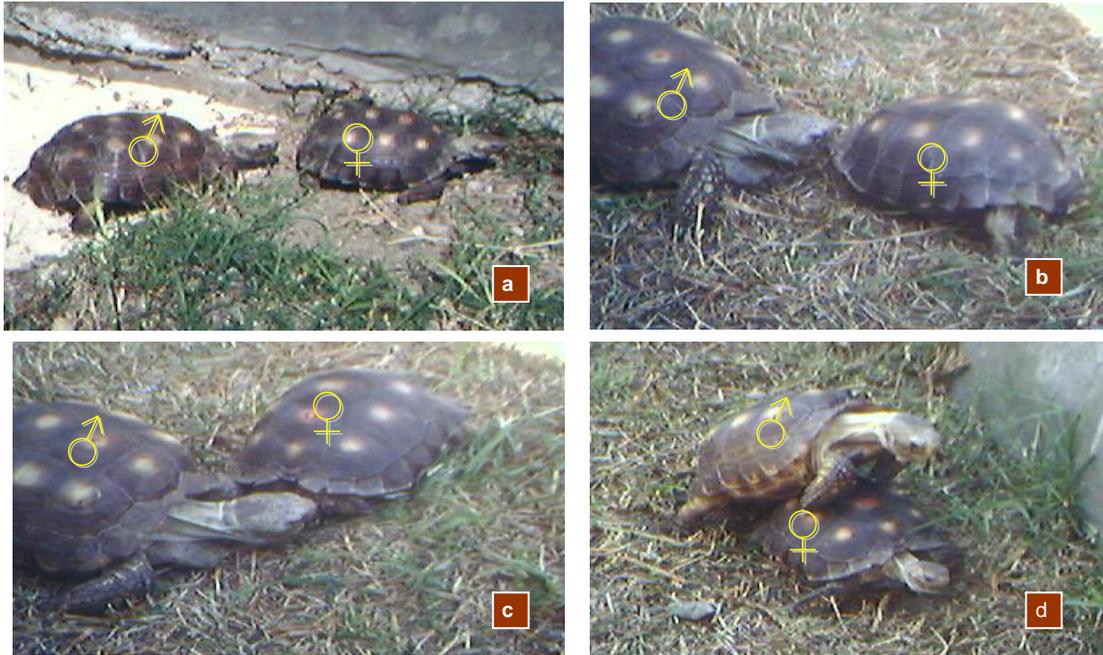


Figura 9. Secuencia del cortejo y cópula de *G. berlandieri*: “a” persecución del macho a la hembra; “b” movimientos de cabeza por parte del macho; “c” mordisqueo del macho en las placas marginales del caparazón de la hembra; “d” monta y cópula.

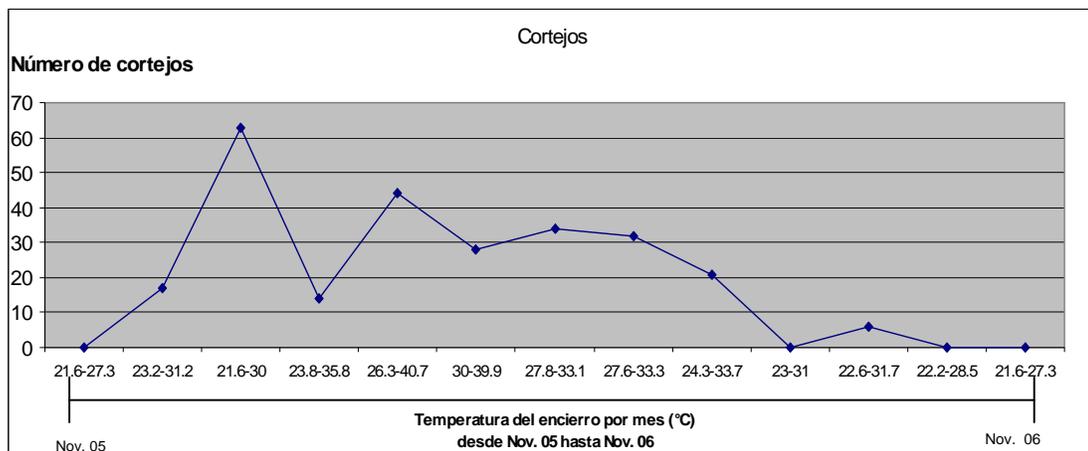
En las *G. berlandieri* se cronometró el tiempo de cortejo en el encierro exterior. El tiempo se tomo en base a la descripción antes dicha, comenzando el registro desde que el macho iniciaba el primer movimiento de cabeza arriba y abajo y se detuvo en la primera cópula observada (en caso de existir), cuando el cortejo fuese interrumpido, cuando el macho vuelve a olfatear y seguir a la hembra ó cuando hubo un desinterés completo por parte del macho hacia la hembra. Las observaciones abarcaron el periodo de Noviembre del 2005 hasta Noviembre del 2006. El cortejo generalmente es corto con un intervalo de duración de 1:03 minutos hasta 3:22 minutos aproximadamente, pero se pude prolongar hasta 10:54 minutos, hay que recalcar que el macho realiza varias veces el cortejo durante el tiempo de observación. El mes de Enero fue cuando hubo mas cortejos (n=63) con una duración promedio de 3:22 minutos. Febrero es donde se presentaron menos cortejos (n=14) con una duración de 1:29 minutos; donde no

existieron cortejos fue en los meses de Noviembre del 2005, Agosto del 2006, Octubre del 2006 y Noviembre del 2006 (Tabla. 2).

| | Cortejos | Duración (min.) | Cópula | Duración (seg.) |
|---------------|-----------------|------------------------|---------------|------------------------|
| Nov-05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dic-05 | 17 | 10:40 | 0 | 0 |
| Ene-06 | 63 | 03:22 | 9 | 3.8 |
| Feb-06 | 14 | 01:29 | 11 | 2.4 |
| Mar-06 | 44 | 02:53 | 3 | 2.7 |
| Abr-06 | 28 | 02:04 | 5 | 2.8 |
| May-06 | 34 | 01:54 | 4 | 2 |
| Jun-06 | 32 | 01:19 | 11 | 3 |
| Jul-06 | 21 | 01:03 | 23 | 5.6 |
| Ago-06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sep-06 | 6 | 01:08 | 0 | 0 |
| Oct-06 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nov-06 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 2. Tabla de registro de eventos reproductivos desde Noviembre del 2005 hasta Noviembre del 2006.

Sí el número de cortejos se grafica contra el rango de temperaturas máximas (Sol directo en el encierro) y mínimas (a la sombra) del encierro durante cada mes de observación (Gráfica. 4) se presenta que a una temperatura de 21.6 y 30°C, existe mayor número de cortejos (n=63) lo cual coincide con el mes de Enero antes mencionado. Se mantiene constante el número de cortejos desde Abril hasta Junio donde la temperatura mínima es de 27.6°C y la máxima es de 33.3°C que coincide con los meses más calurosos de la primavera. Al parecer no existe este evento en un rango de temperaturas de 21.6 °C como mínima y 31 °C como máxima presentados en los meses de Agosto, Octubre y Noviembre.



Gráfica 4. Gráfica en la que se presenta la Temperatura del encierro por mes contra el número de cortejos contabilizados por mes.

En nuestras observaciones en el Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala, la cópula en *G. berlandieri* tiene una duración muy corta pero es muy frecuente durante la monta. El tiempo que se registró fue por cada una observada. Podemos decir que las cópulas se presentaron desde Enero hasta Julio. Se aclara que hubo días en que no existió este evento (Tabla. 2) El intervalo de tiempo aproximado que dura una cópula fue de 2.4 a 5.6 segundos pudiéndose extender hasta 23 segundos. En Julio hubo mas cópulas que en los demás meses (n=23), con una duración promedio de 5.6 segundos. El mes de Febrero y Junio son los que le siguen con un número de eventos igual a 11 que se registraron en solo dos días y con una duración promedio de 2.4 segundos para Febrero y para Junio de 3 segundos. Los meses en los que no existieron cópulas fueron: Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre que coinciden con la entrada del otoño y su culminación.

2. Puestas

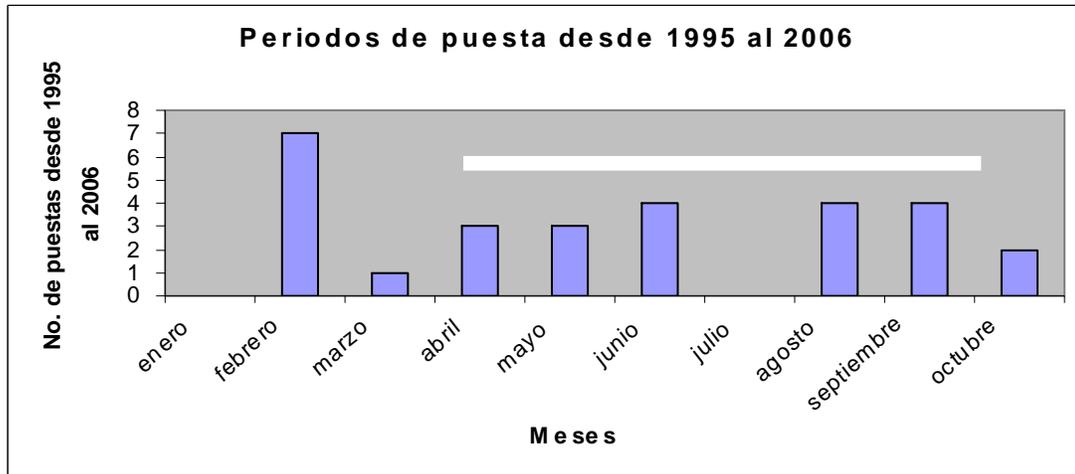
En total se registraron 27 puestas con un total de 57 huevos durante estos 11 años. El rango es de 1-5 huevos por puesta y con un promedio de 1.79 ± 0.9 huevos.

| Año | Promedio del No. de Huevos por puesta |
|-------------------|---------------------------------------|
| 1995 | 2.5 |
| 1996 | 1 |
| 1997 | 2 |
| 1998 | 0 |
| 1999 | 3 |
| 2000 | 1.7 |
| 2001 | 2 |
| 2002 | 2 |
| 2003 | 3 |
| 2005 | 1 |
| 2006 | 1.5 |
| Promedio | 1.79 |
| Desviación | 0.9 |

estándar

Tabla 3. Promedios de número de huevos por puesta durante los últimos 11 años.

Estas puestas se registraron casi todo el año teniendo un pico máximo de eventos en Febrero, seguido de Junio y Septiembre, durante los 11 años de registro (Gráfica. 5)



Gráfica 5. Meses en los que hubo puestas de *G. berlandieri* desde 1995 al 2006. En vida silvestre los meses de puestas empiezan en abril, se elevan en junio y culmina en septiembre (línea blanca).

I) Tamaño del Huevo

De los 54 huevos que se tienen registrados solo a 13 (desde 1999 al 2006), se les tomaron los siguientes datos: La longitud promedio del huevo es igual a $4.52 \text{ cm} \pm 0.53$; el diámetro promedio del huevo es igual a $3.42 \text{ cm} \pm 0.66$ y teniendo un volumen promedio de $28.72 \text{ cm}^3 \pm 10.62$. El peso promedio se tomó de los registros del 2005 y 2006 con una muestra $n= 7$, teniendo como resultado $31.83 \text{ gr} \pm 6.76$.

II) Tiempo de incubación

El tiempo de incubación del huevo se obtuvo de los registros de 1995 (3 eventos), 1999 (9 eventos) y 2006 (1 evento), donde se le dio un seguimiento hasta su eclosión. El tiempo de incubación es de $128.92 \text{ días} \pm 26.09$ con una $n = 13$. El

porcentaje de viabilidad se tomó del total de 57 huevos teniendo como resultado un porcentaje del 26.31% desde 1995 hasta el 2006. El resto de los huevos no se halló un registro sobre su eclosión o desecho.

3. Nacimientos

Los datos se tomaron de 1995 y 2006 obteniendo 4 nacimientos (Tabla. 4). Las *G. berlandieri* al nacer tienen un peso promedio de 23.67 gr \pm 3.33; una Longitud de Caparazón promedio (LC) de 4.83 cm \pm 0.8, un Ancho de Caparazón promedio (ANC) de 4.20 cm \pm 0.53 y una Altura de Caparazón promedio (ALC) de 3.09 cm \pm 0.21.

| | Peso (gr.) | LC (cm.) | ANC (cm.) | ALC (cm.) |
|----------------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| 18/05/1995 | 26.52 | 5.9 | 4.9 | 3.1 |
| 18/05/1995 | 22.01 | 4.9 | 4.3 | 3.3 |
| 18/05/1995 | 26.36 | 4.51 | 3.91 | 2.8 |
| 03/07/2006 | 19.77 | 4.01 | 3.7 | 3.17 |
| Promedio | 23.67 | 4.83 | 4.20 | 3.09 |
| Desviación estándar | 3.33 | 0.8 | 0.53 | 0.21 |

Tabla. 4 Registro de los nacimientos de *G. berlandieri* dentro del Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala en 1995.

c) Enfermedades

| Enfermedades | Posible agente infeccioso o | Signos y/o lesiones | Tratamiento | Referencia |
|---------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|
|---------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|

| registradas para <i>G. berlandieri</i> | causante según la literatura | | que utilizamos | |
|--|--|---|---|--|
| Abscesos | <i>Serratia anobium</i> <i>Bacterium sauromali</i> <i>Sauromalus varius</i> <i>Salmonella marina</i> <i>Serratia marcescens</i> | Lesiones: Subcutánea o en órganos internos. Estos abscesos son encapsulados con tejido fibroso conectivo. La consistencia del exudado varia y puedes ser café, denso, con pus líquida, consolidado o laminado | Extracción quirúrgica Enrofloxacina 10mg/kg SID x 5 días Vía IM | Marcus (1980) |
| Amibiasis | <i>Entamoeba invedens</i> <i>Entamoeba terrapinae</i> <i>Entamoeba testudenis</i> | Signos: Falta de apetito, vomito, excretas diarreicas, semimucosas o mucosas mal olientes y bajas de peso | Metronidazol 250 mg/kg, dos veces por día durante 15 días Vía oral | Cowan, (1968), Bihn y Napolitano (1980), Correa (1995) y Grajales (2002) |
| | Bacterianas: caracterizadas por secreción abundante y amarillenta y formación de papilas en la conjuntiva palpebral. Se tratan con higiene ocular y antibióticos tópicos. | | | |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| <p>Conjuntivitis</p> | <p>Víricas: con mucho las más frecuentes, producidas generalmente por adenovirus, con menos legañas y posible afectación corneal dolorosa. Son muy contagiosas y habitualmente remiten espontáneamente, aunque se suele pautar tratamiento sintomático tópico (antiinflamatorios) y lavados frecuentes.</p> <p>Alérgicas: típicamente estacionales, se distinguen por importante picor, legañas mucosas y asociación frecuente con rinitis</p> <p>Por cuerpo extraño o traumáticas</p> <p>Deficiencia de Vitamina A</p> | <p>Signos: la inflamación de la conjuntiva, membrana mucosa que recubre el interior de los párpados y que se extiende a la parte anterior del globo ocular. Presentan unas manifestaciones comunes (enrojecimiento, fotofobia, lagrimeo) y otras dependientes de su causa (legañas matutinas en las infecciosas, ganglios aumentados de tamaño en las víricas, prurito en las alérgicas, etc.)</p> | <p>Vitamina A y Tetraciclina 0.125mg Vía oftálmica</p> | |
| <p>Enteritis infecciosa bacteriana</p> | <p><i>Salmonella sp.</i> <i>Esterichia coli</i> <i>Citobacter sp.</i> <i>Aerobacter sp.</i></p> | <p>Signos: Deshidratación anorexia, heces líquidas y sanguinolentas en algunos casos. Lesiones: mucosa intestinal engrosada, hemorragia en algunos casos, con presencia de moco y heces líquidas en su interior</p> | | |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| <p>Enteritis infecciosa parasitaria (Protozoarios)</p> | <p>Protozoarios flagelados</p> | <p>Signos: deshidratación anorexia, heces, mucosas y líquida ocasionalmente con sangre. Lesiones: microabscesos en hígado, intestino, congestión y hemorragia, ulceraciones y perforaciones del órgano.</p> | <p>Enrofloxacina 10mg/kg SID Vía IM; Metronidazol 250mg/kg 2 veces por día durante 15 días Vía oral</p> | <p>Correa (1995)</p> |
| <p>Enteritis infecciosa parasitaria (nemátodos)</p> | <p><i>Oxyuroideos y strongyloideos</i></p> | <p>Signos: anorexia, deshidratación, heces líquidas y mucosas.</p> | | |
| <p>ETRA (Enfermedad del tracto respiratorio alto)</p> | <p><i>Mycoplasma agassizii</i></p> | <p>Signos: conforme la enfermedad avanza los pasajes nasales son cerrados por la mucosidad producida y las tortugas se aletargan y no comen, hay mucosidad abundante, erosión y cicatrices en las narinas e inflamación más severa parecidas a los síntomas de la neumonía.</p> | <p>Enrofloxacina 10 mg/kg SID Vía IM</p> | <p>Schumacher y Jacobson (1995), Jacobson, (1994b y 1997) ,Johnson y colaboradores (1998) y Judd y Rose (2000)</p> |
| | | <p>Signos: incluyen</p> | | |

| | | | | |
|------------------------------|--|---|--|--|
| <p>Neumonía</p> | <p><i>Aeromonas sp.</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Proteus rettyeri</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Candida albicans</i> <i>Streptococcus alfa hemolitico</i> <i>Staphylococcus aureus</i></p> | <p>principalmente boqueo (en serpientes, es muy característico), presencia de moco que puede ser translúcido hasta color amarillento o blanquecino en la cavidad nasal y/o narinas, dificultad para respirar, bajo apetito, descoordinación y baja de peso.</p> | <p>Enrofloxacina 10mg/kg SID x 10 días como máximo Vía IM</p> | <p>Correa (1995) y Grajales (2002)</p> |
| <p>Rinotraqueitis</p> | <p>Herpesvirus</p> | <p>Signos: inicialmente la enfermedad cursa con gran decaimiento, estornudos intensos, falta de apetito y temperatura elevada. Luego sigue una secreción nasal, descarga ocular y conjuntivitis. Es frecuente que haya una salivación excesiva, tos y dificultad respiratoria.</p> <p>Suele haber complicaciones bacterianas, sinusitis (inflamación e infección de los senos nasales).</p> <p>Lesiones: pueden aparecer úlceras en la boca y desencadenar una neumonía</p> | <p>Enrofloxacina 10mg/kg SID por 10 días Vía IM</p> | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

Tabla. 5 Principales enfermedades infecciosas de *G. berlandieri* en cautiverio con sus signos y tratamientos utilizados.

Nota: Los agentes causantes fueron puestos en base a la literatura encontrada y no quiere decir que sea un agente infeccioso de esta especie ya que no se realizaron pruebas para determinarlos.

SID= Una vez por día

IM= Vía Intramuscular

| Enfermedades no infecciosas de <i>G. berlandieri</i> | Posibles causas según la literatura | Signos o lesiones | Tratamiento que utilizamos | Referencia |
|---|---|---|---|--------------------------------|
| Descalcificación (Enfermedad Metabólica de los Huesos) | Básicamente el problema que se presenta es una alteración en el equilibrio entre calcio y fósforo que siempre debe haber en el organismo. Esta relación es de 2:1, y si falta calcio en la dieta, el cuerpo lo obtiene extrayéndolo de los huesos. Una carencia de calcio o vitamina D3 o rayos UVB provoca que el reptil reabsorba el calcio de los huesos para mantener los niveles adecuados en su | El resultado suele ser visible en las extremidades, que se presentan abultadas y son endebles. Signos: Los leves son anorexia, constipación letargia, debilidad en las patas temblores y movimientos espásticos de los músculos de patas y dedos. Los graves: inflamación y parálisis de las extremidades, deformidades de las extremidades y columna vertebral, | Calcio y Vitamina D3 c/ 24hrs. y asoleo. En los casos más graves se deben inmovilizar las fracturas | Jacobson (1988) y Pérez (1998) |

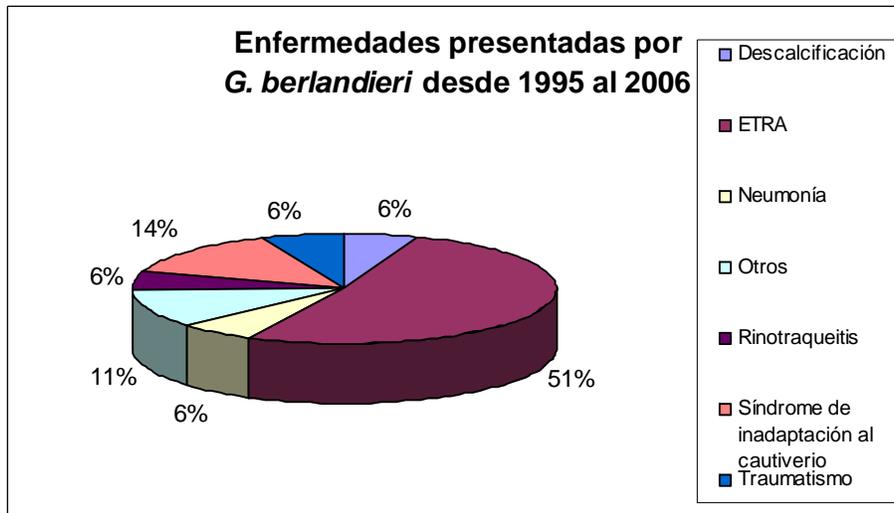
| | | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|-----------------|
| | organismo, lo que provoca una descalcificación de los mismos que se compensa con la formación de tejido blando alrededor del hueso en un intento del organismo de reforzar el hueso descalcificado. | fracturas espontáneas y reblandecimiento del caparazón así como su deformación. | | |
| Osteodermatitis traumática | <i>Serratia sp.</i> | Signos: está enfermedad daña las partes óseas del cuerpo de la tortuga (plastrón y caparazón). Lesiones: son traumáticas causadas por golpes o raspones originados por estructuras que se encuentran dentro del encierro y que luego infecta dicha bacteria. | Enrofloxacina 10mg/kg SID x 5 días Vía IM y Sulfato de Cobre diario por 2 a 3 meses Vía Cutánea | Grajales (2002) |
| Queratoconjuntivitis | En las tortugas es común que se presente este mal por falta de vitamina A en la dieta, la cual al no encontrarse en la misma sensibiliza al ojo a adquirir fácilmente una infección secundaria, provocada regularmente por bacterias del mismo entorno. | Signos: inflamación en ambos párpados, opacidad córnea, falta de apetito, baja de peso y letárgica del animal; es común que conlleve a procesos neumónicos, así como con otras alteraciones como otitis media y/o desnutrición. | Enrofloxacina 10mg/kg x SID durante 5 días Vía IM y Neomicina, Vit. A, Prednisolona Vía Oftálmica Flumetazona 0.12mg/kg c/24hrs Vía Oftálmica | Grajales (2002) |

| | | | | |
|---|--|--|---|---------------------|
| Rinitis | Rinitis Alérgica (se puede clasificar en: Estacional y Perenne) | Es una inflamación del revestimiento mucoso de la nariz, caracterizada clínicamente por uno o más | Enrofloxacina 10mg/kg SID x 5 días Vía IM | |
| | Rinitis No alérgica (en este grupo se incluyen: Rinitis infecciosa, Rinitis vasomotora, rinitis medicamentosa.) | Signos: <ul style="list-style-type: none"> • rinorrea • estornudo • prurito (picor) nasal • congestión • drenaje (secreción) postnasal | | |
| Síndrome de inadaptación al cautiverio | | Signos: inanición, inactividad, deshidratación, desnutrición, fragilidad en tejidos finos causando una ulceración, susceptibilidad a infecciones, crecimiento de parásitos, bajo crecimiento y letargia | Pastoreo y asoleo | Cowan (1968 y 1980) |
| | | Lesiones: Algunas lesiones son fracturas de caparazón, plastrón, miembros, pérdida de trozos óseos del caparazón, separación o fragmentación del mismo, algunas veces con lesiones expuestas. Estas son causadas | Las heridas deben lavarse perfectamente y retirar el tejido muerto si es que existe, posteriormente debe suturarse si | |

| | | | | |
|--------------------|--|--|---|-----------------|
| Traumatismo | | por múltiples factores dentro de los más importantes son los siguientes: quemadura por placas o piedras térmicas, golpes contra accesorios o cristales de los encierros, caídas, combates, entre los propios organismos que habitan los encierros, mal manejo al alimentarlos o manipularlos para asearlos | se requiere y/o aplicar desinflamatorios locales en forma de pomada o aerosol, también aplicar algún antibiótico parental como la Oxitetraciclina 10mg/kg cada 48 hrs por 10 días, Vía IM Flumetazona 0.12mg/kg c/24hrs Vía Oftálmica | Grajales (2002) |
|--------------------|--|--|---|-----------------|

Tabla 6. Cuadro con las principales enfermedades no infecciosas de *G. berlandieri* en cautiverio y los tratamientos utilizados.

Las principales enfermedades infecciosas y no infecciosas que se presentan en cautiverio a lo largo de los 11 años de registro son: Descalcificación con 6%, ETRA (Enfermedad del Tracto Respiratorio Alto) con 51%, Neumonía con 6%, Rinotraqueitis con 6%, Traumatismo con 6% y Síndrome de Inadaptación al Cautiverio con 14% (Gráfica 5); las menos frecuentes entran en el 11 % restante y son: los Abscesos, Amibiasis, Conjuntivitis, Enteritis, Osteodermatitis, Queratoconjuntivitis y Rinitis.

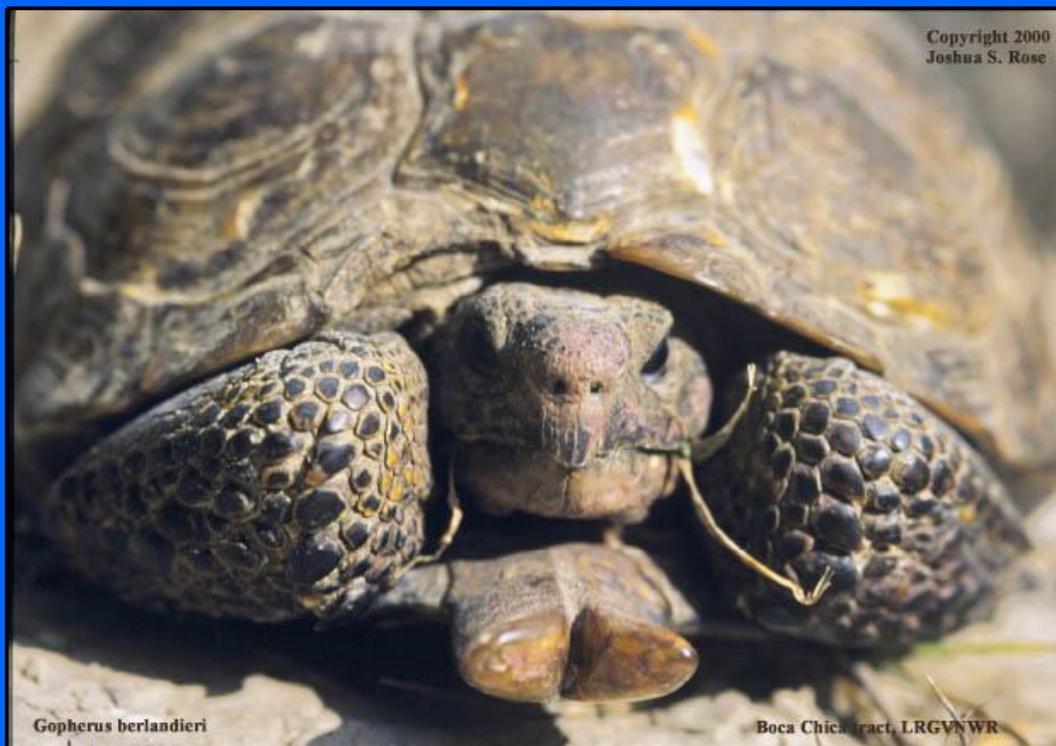


*Gráfica. 5 Frecuencia de las principales enfermedades que presenta *G. berlandieri* en cautiverio.*

d) Manual de Manejo en Cautiverio de *Gopherus berlandieri*

**“Manual de manejo en cautiverio de
Gopherus berlandieri
(Testudines: Testudinidae)”**

**LOBATO ALVAREZ JORGE ALBERTO y
BEATRIZ RUBIO MORALES**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

“Manual de manejo en cautiverio de *Gopherus berlandieri*
(Testudines: Testudinidae)”

LOBATO ALVAREZ JORGE ALBERTO y BEATRIZ RUBIO MORALES

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO.

ÍNDICE

Introducción

Legislación sobre el mantenimiento en cautiverio de G. berlandieri

Adaptación al cautiverio

Encierros

Sustrato y accesorios

Fotoperiodo y Temperatura

Limpieza de los encierros

Humedad adecuada

Alimentación

Manipulación de las Tortugas

Reproducción

Toma de datos

Revisión del estado de salud

Literatura recomendada

Agradecimientos

Estos son otorgados al M.V.Z. Luis Grajales Tam y su equipo de trabajo por su contribución en la aportación de sus grandes conocimientos y experiencias en la

crianza en cautiverio de G. berlandieri, a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo y a usted señor lector por tomarse el tiempo de leer estas sinceras palabras.

Introducción

A veces, el estudio de la biología de un organismo en condiciones naturales es difícil de realizar por lo inaccesible que resulta su hábitat y lo complicado que es hacer un seguimiento de los mismos, por lo que muchas veces se opta por el mantenimiento en cautiverio. La búsqueda básica de datos sobre animales en cautiverio puede complementar los estudios de campo.

Los datos colectados sobre las poblaciones cautivas podrían ser verificados con los datos de poblaciones salvajes y comparadas cuando sea posible. A partir del estudio y análisis de estos datos, se han redirigido los esfuerzos de conservación, mantenimiento y reproducción de poblaciones cautivas de la familia de los Testudinidos para diversos fines; ya sea por su importancia comercial en la venta de mascotas para los géneros *Geochelone*, *Kinixys*, *Malacochersus*, *Manouria* y *Testudo* o en la recuperación de poblaciones seriamente diezmadas principalmente por la destrucción de su hábitat, la contaminación y depredación, por ejemplo las tortugas del género *Gopherus*.

En los Estados Unidos y México todas las especies de *Gopherus* poseen problemáticas considerables en el deterioro y exterminio de sus poblaciones por lo que requieren de atención. En la actualidad el status de *Gopherus agassizii* (Tortuga del

Desierto), *G. berlandieri* (Tortuga texana), *G. flavomarginatus* (Tortuga del Bolson) y *G. polyphemus* (Tortuga topo) ha propiciado un gran interés por su conocimiento.

Legislación sobre el mantenimiento en cautiverio de G. berlandieri

En el caso de *Gopherus berlandieri* se ha visto una reducción en sus poblaciones atribuido a su baja tasa reproductiva, su prolongado tiempo para llegar a la madurez sexual, la destrucción de su hábitat por actividades agrícolas y ganaderas, así mismo por su explotación como mascota. Esta problemática indujo que en 1967 en Texas se promoviera su protección por ley; La IUCN (1990) en “IUCN RED LIST OF THREATENED ANIMALS” menciona que su estado de conservación es indeterminado; sin embargo en México en 1991, se declara como en peligro de extinción (CT-CERN-001-91) y desde 1994 es reportada como amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2001). La categorización que da NOM-059-SEMARNAT-2001 refiere aquellas especies o poblaciones de las mismas, que podrían encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. Esta categoría coincide parcialmente con la categoría de vulnerable de la clasificación de la IUCN en la cual dice lo siguiente: una especie es vulnerable cuando no se encuentra en peligro, sino que está haciendo frente a un alto riesgo de extinción en el estado salvaje a un corto o mediano plazo. Por lo tanto, las leyes mexicanas protegen a las especies en riesgo y regulariza su extracción y mantenimiento en cautiverio con fines científicos, por lo cual está prohibido la compra y venta de esta especie con fines comerciales o como mascota, dado su estado de conservación ya mencionado. De acuerdo a lo anterior se presenta este manual de mantenimiento en cautiverio de *Gopherus berlandieri*.

Adaptación al cautiverio

Todo animal que es extraído de su ambiente natural o que ha sido transferido de un encierro a otro, necesita un periodo de adaptación o aclimatación. Este se define como el periodo que necesita un animal para adaptarse a su nuevo medio con o sin la ayuda del hombre y así evitar posibles enfermedades por lo que recomendamos colocar a nuestros nuevos inquilinos en un encierro individual así podremos evaluar su estado

de salud. Es importante que todos los animales tengan una evaluación médica y posteriormente sean trasladados a una zona de cuarentena, donde observaremos y diagnosticaremos posibles síntomas infecciosos. Si no los presentan, los animales serán integrados a nuestras poblaciones cautivas para lo cual se destinarán a los diferentes tipos de encierros.

Encierros

Para detallar el manejo en cautiverio de la especie, hay que explicar que *G. berlandieri* es una tortuga totalmente terrestre, de climas desérticos y muy calurosos, su hábitat está compuesto principalmente de cactáceas y de arbustos, con cuevas o madrigueras donde ellas pueden reposar. En base a estas características recomendaremos los siguientes tipos de encierros que se deben tener y de la misma manera adecuar el espacio que necesita la tortuga para su mantenimiento. Los encierros deben ser los más amplios posibles para que haya espacio en donde se puedan mover, descansar y comer. La altura de los encierros no nos debe importar tanto ya que nuestras tortugas no se escapan tan fácilmente, por lo tanto es recomendable unas paredes no mayores a los 50 cm de altura para que de esta manera podamos manejarlas más fácilmente. Es recomendable que su encierro tenga más de un metro de largo por 50 cm de ancho por cada tortuga mantenida, es decir si tengo 2 tortugas en un encierro lo recomendable sería que tuviera un encierro de 2 m de largo por 1 m de ancho.

Estos lugares designados para nuestras tortugas pueden ser construidos con diferentes materiales como: vidrio (poco recomendable dado a que se puede fracturar), plástico y acrílico (encierros pequeños), madera y ladrillo (encierros medianos) y malla (encierros grandes). Como estas tortugas son de un tamaño pequeño se pueden tener en peceras de gran tamaño, en exhibidores de acrílico o vidrio adornados de acuerdo a su hábitat. Cuidando siempre dejar espacios abiertos para su movilidad y un lugar designado para su descanso y comida.

Los contenedores de polietileno o plástico (Figura. 1) son encierros pequeños que podemos manejar fácilmente tanto para la limpieza como el transporte de una zona

a otra. Estas cajas son de una longitud de 63cm de largo, 44cm de ancho y 22cm de alto aunque si conseguimos unas más largas de 120 x 70 cm sería todavía mejor. Como sustrato en estos encierros se puede o no colocar periódico esterilizado para facilitar la limpieza del mismo. La zona de alimentación la podemos ubicar en una esquina del contenedor sin mayor problema. En este lugar podemos o no colocar algún accesorio siempre y cuando esté previamente esterilizado y así la tortuga tenga un lugar donde esconderse. Este encierro es muy recomendable para el aislamiento de organismos y nunca se debe colocar más de dos animalitos en el mismo encierro, así evitaremos algún daño físico o lesiones de consideración entre las tortugas.



Figura. 1 Encierros de polietileno. En estos encierros solamente se coloca una tortuga para su libre movimiento. No tienen accesorios adicionales para su mejor manejo.

Otro tipo de encierro es el de exhibición el cual podemos utilizar para la observación de nuestras tortugas simulando sus condiciones naturales de manera mas controlada con el uso de lámparas, placas térmicas o cualquier cosa que nos ayude a controlar la temperatura. Los hay desde los más sencillos como grandes peceras que son acondicionadas como su ambiente natural, hasta las mas elaboradas con una estructura de ladrillo y cemento en su interior con dimensiones de 160cm de largo, 60cm de ancho y con una altura de 58cm (Figura. 2).



Figura. 2 Encierros de exhibición. La foto “a” muestra la zona de exhibición expuesta al público y la “b” el interior del encierro dentro del Laboratorio.

Los encierros exteriores son los de tamaño mediano o grande (construidos con ladrillos, madera o malla) (Figura. 3). La mediada de estos encierros puede variar desde los 2 m de largo hasta los 6 m de largo o más según el espacio disponible, el ancho puede abarcar un mínimo de 1.5 m hasta los 3 m y sus paredes que lo rodean una altura desde los 60cm hasta 1 m. Dentro del encierro podemos colocar pasto como sustrato del cual pueden alimentarse o colocar arena sílica simulando las condiciones en que viven, algunas otras personas colocan paja para su fácil limpieza, todo depende de que sea mas cómodo y se adecue a nuestras necesidades.



Figura 3. Ejemplo de un encierro exterior. Dentro del mismo hay crecimiento de pasto con una cactácea adornando. Si es preferible se le puede colocar un techo a la mitad del encierro para que existan zonas de luz y sombra.

Los terrarios medianos y grandes los podemos tener fuera o dentro de nuestra casa, según sea el espacio y el clima en que vivamos, por ejemplo: en los climas templados y fríos existe un descenso importante de la temperatura, lo cual sería muy peligroso para la tortuga causándole enfermedades respiratorias muy graves como el

ETRA (Enfermedad del Tracto Respiratorio Alto), por lo que se recomienda tener los encierros exteriores en un lugar cálido y siempre regulando su temperatura con lámparas incandescentes o placas térmicas; sí el lugar en que vivimos es cálido el encierro de la tortuga puede estar en el patio de nuestra casa o bien en un lugar abierto entre sol y sombra para que nuestro animalito pueda regular su temperatura. Estos encierros podemos adaptarlos para las posibles puestas, por lo cual colocaremos un arenero excavado en la tierra que podemos cubrir con una losa de cemento y después colocar la arena sílica, lo importante es que tenga una profundidad de entre 8 a 15 cm para permitir el desove. El tamaño del arenero puede tener un rango de 40 a 70cm de largo por la misma medida de ancho.

Es muy importante cuidar la humedad relativa de los encierros en los organismos, por lo que se recomienda que este techado o protegido de las lluvias.

Hay que recordar que estos organismos necesitan un asoleo periódico (de 2 a 4 veces por semana sería lo mas recomendable) por lo que podemos adaptar uno de estos encierros para que cumpla esta función y construirlo con las mismas características a las anteriores.

En los encierros podemos tener de 1 a 4 tortugas según sea el espacio disponible. Es muy importante tener de 3 a 4 hembras por macho y recalcar que siempre exista un solo macho por encierro. En ninguno caso se colocarán 2 machos en el mismo, ni tampoco más de un ejemplar en los contenedores pequeños, dado el poco espacio de movimiento y que los machos tienden a ser agresivos con otros machos en época de apareamiento.

En estos encierros se debe observar que los ejemplares se estén alimentando bien y de manera correcta, así como percatarnos sí existen agresiones y por lo tanto identificar al agresor para colocarlo en un encierro aparte. Hay que recordar que tampoco se incluirán bebederos ya que las tortugas obtienen el agua de los alimentos que consumen o cuando son hidratadas.

Sustrato y accesorios

Podemos utilizar diferentes sustratos que nos van a facilitar la limpieza del lugar y van a contribuir en la cuestión térmica (guardando y estabilizando la temperatura del encierro) y como un factor importante en nuestra ambientación. Para los encierros grandes se puede colocar un sustrato a partir de pasto natural, así nuestras tortugas se podrán alimentar tranquilamente cuando lo deseen, otra forma es con arena o paja que guarda muy bien el calor y es más sencilla de manejar y limpiar. En encierros pequeños y medianos podemos incluir hojas de periódico o arena según lo desee. Los accesorios que podemos incluir son: rocas, algunos cactus de plástico o naturales, cuidando de no saturar el lugar para dejar espacios abiertos y que no sean tóxicos estos objetos para las tortugas.

Fotoperiodo y Temperatura

Para cuestiones ambientales en el manejo de esta especie de tortuga, nosotros recomendamos un ciclo de 12hrs. de luz y 12hrs. oscuridad durante la Primavera-Verano y durante el Otoño-Invierno de 10 hrs. de luz por 14 hrs. de oscuridad. Otro factor muy importante es el manejo de la temperatura para este tipo de tortugas que debe ser entre 25 y 34°C y este rango se puede lograr con la utilización de lámparas incandescentes o placas térmicas colocadas debajo del encierro (nunca por debajo de la arena ya que estos organismos pueden quemarse al excavar una madriguera). No es recomendable colocar rocas térmicas ya que puede causar lesiones por quemadura en nuestra tortuga. Hay que recordar que esta especie hiberna en estado salvaje durante los meses fríos del invierno (desde Noviembre hasta Febrero), por lo cual existe un decremento en la temperatura aproximado de 28 a 30 °C, generalmente ocurre por Octubre lo que repercute en la baja de actividad de la tortuga, pero en cautiverio este periodo puede ser suspendido controlando la temperatura (entre 30 y 35 °C) y suministrando los alimentos necesarios durante estos meses.

Limpieza de los encierros

Es uno de los factores más importantes para mantener una buena salud de los animales alojados. La limpieza de los encierros difiere por sus características, pero se debe llevar a cabo de 2 a 3 veces por semana. Los encierros con sustrato de periódico deben cambiarse completamente y retirar las excretas; este recipiente debe ser lavado,

desinfectado (con agua caliente y fría, con cloro diluido al 5 o 7% y/o desinfectantes comerciales) y posteriormente ser bien secado. Cuando se tiene arena como sustrato se realiza un colado del mismo y se recomienda cambiarlo completamente cada mes. Cuando el sustrato es de paja se cambia por un paquete limpio y cuando es pasto solo se quitan los desechos sólidos. Para todos los casos quitar las excretas, restos de comida y otros desechos que se pudiesen acumular es importante para evitar enfermedades infecciosas. Cada mes es recomendable desmontar todo el terrario para su limpieza y esterilización con productos comerciales como por ejemplo el cloro.

Es habitual que las tortugas queden embarradas en su plastrón con sus excretas, para lo cual hay que limpiarlas con un trapo húmedo quitando los desechos sólidos o tallándolos con un pequeño cepillo. Esto se debe hacer cada vez que se limpia el encierro con agua tibia y posteriormente secar bien al animalito.

Humedad adecuada

Se recomienda una humedad de 20 a 30% para todos los animales de zonas áridas. Los terrarios con arena deberán mojarse en un extremo una vez por semana, para simular dichas condiciones por otro lado contenedores de plástico o acrílico con sustrato de periódico o paja deberán permanecer secos ya que guardan mucha humedad. Se recomienda como alternativa que todas las tortugas sean colocadas en una palangana con agua tibia y enriquecida con vitaminas A, D y E (que solo moje un poco sus extremidades) una vez por semana, esto permitirá que las tortugas obtengan el agua que necesitan y así mismo incorporen esas vitaminas directamente para complementarlas con las de su dieta.

Alimentación

La alimentación de estas tortugas está basada totalmente en vegetales nunca se les debe proporcionar frutas por su alta cantidad de azúcares que son poco digeribles para estos animales. En cautiverio podemos proporcionarles una dieta a base de comida

procesada para reptiles vegetarianos y ensalada de verduras. Es recomendable alimentar a las tortugas adultas 3 veces por semana: una vez con el alimento procesado y dos veces con la ensalada de verduras. A las crías el alimento se les proporcionará diariamente o cada 2 días.

La ensalada se puede hacer a base de nopales, verdolagas, cilantro, calabacitas, lechuga, flor de calabaza, etc. Todas estas verduras deben lavarse y desinfectarse con productos comerciales como Microdin. La ensalada tiene que estar muy bien mezclada para evitar que el animal coma solo lo que le gusta y siempre ofrecerla en trozos de tamaño pequeño, acorde a la medida de la boca del animal que lo va a consumir. Hay que recordar que durante los periodos de asoleo al aire libre, ingieren grandes cantidades de pasto que puede ser un alimento complementario en su dieta.

Manipulación de las Tortugas

Estas tortugas son fáciles de manipular por lo cual se les puede tomar por ambos lados del caparazón de tal manera que nuestros pulgares lo sujeten bien y los demás dedos agarren firmemente su plastrón, así estaremos seguros de que la cabeza y la boca queden alejadas de nuestros dedos (Figura. 5), de esta manera evitaremos posibles mordidas o lesiones en los mismos.



Figura 5. *Forma correcta de sujetar una tortuga*

Cuando los ejemplares quieran ser transportados lo que se debe hacer es colocarlos en palanganas de plástico (Figura. 6) para evitar una caída derivada de un forcejeo con la tortuga, al momento de mover sus extremidades.



Figura 6. Transporte correcto de una tortuga dentro de una palangana

Reproducción

Estos animalitos tienen un ciclo de reproducción anual el cual comienza en Mayo y termina a mediados de Septiembre, en contraste en cautiverio podemos tener cortejo casi todo el año pero con la temperatura, humedad y alimentación adecuada. Hay que subrayar que es una especie que muestra muchos cortejos durante el año pero son pocas las montas y por lo tanto son mínimas las puestas.

Comenzaremos con una breve descripción del cortejo de *Gopherus berlandieri*:

Hay que recalcar que el cortejo es relativamente corto y siempre es iniciado por el macho.

Primero que nada el macho comienza a perseguir y olfatear a la hembra constantemente en la región cloacal (Figura. 7a). El cortejo comienza cuando el macho mueve la cabeza de arriba-abajo ya sea por el frente o por los costados de la hembra siempre existiendo un contacto visual y cortando el camino de la hembra (Figura. 7b). Una vez que está se queda inmóvil, el macho procede a morder los escudos marginales frontales del caparazón de la hembra o en ocasiones las escamas de las patas anteriores cuando la hembra se repliega en su caparazón (Figura. 7c). Esta fase del cortejo continúa con movimientos circulares en sentido o contrasentido de las manecillas del reloj; siempre el macho tratando de morder la parte anterior de la hembra. Cuando la hembra cede, el macho procederá a montarla (Figura. 7d).

En esta fase el macho se subirá sobre la hembra por la parte posterior del caparazón y es cuando el macho rasca con sus patas anteriores a la hembra a manera de estímulo. La cópula empieza cuando el macho proyecta su pene dentro de la cloaca de la hembra.

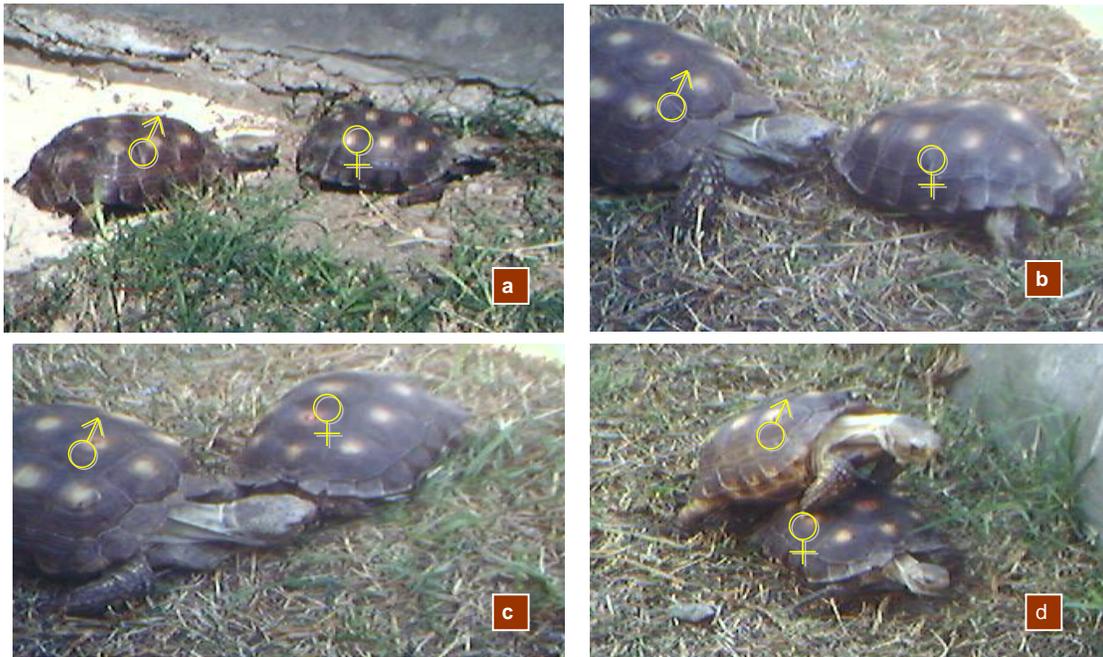


Figura 7. *Secuencia del cortejo y cópula de G. berlandieri: “a” persecución del macho a la hembra; “b” movimientos de cabeza por parte del macho; “c” mordisqueo del macho en las placas marginales del caparazón de la hembra; “d” monta y cópula.*

Las puestas

Nos daremos cuenta de este evento, cuando la hembra se encuentre muy inquieta y empiece a rasca en los areneros o algunas zonas de nuestros exhibidores con sus patas posteriores y por lo tanto sucederá el desove de 1 a 3 huevos como máximo.

En dado caso que suceda esto se procederá a retirar los huevos de la siguiente forma:

Los huevos encontrados se colocaran en un recipiente de incubación de plástico hermético con agrolita, cuidando de no modificar su posición original ya que puede existir el desprendimiento del embrión, posteriormente se incubaran a una temperatura de 30°C con una humedad relativa de entre 55 a 65 % (Figura. 8). El tiempo de

incubación puede ser de 100 a 155 días aproximadamente, todo dependerá de las condiciones antes dichas. Aunque sí se dispone de otros métodos de incubación que puedan imitar dichos requerimientos, sería bueno intentarlo.



Figura. 8 Huevos de *G. berlandieri* en el recipiente de plástico con agrolita

Toma de datos

La toma de datos es una opción que podemos plantear cuando tenemos animales en cautiverio. Esto nos permite evaluar el desarrollo y crecimiento de nuestros animalitos en un tiempo determinado y conocer si están creciendo de la manera correcta. También nos sirve con fines veterinarios, para evaluar su estado de salud y si es recurrente en alguna enfermedad. Es importante recordar que esta actividad debe ser individualizada para que podamos identificar a nuestra tortuga por sus características particulares en el caparazón y plastrón (por lo que se recomienda tener una foto de dichas particularidades como en la Figura. 9) de esta manera podremos asignarle un número o un nombre específico.



Figura 9. Fotos necesarias para identificar las características particulares de nuestras tortugas. Del lado derecho una foto del caparazón y del otro lado la del plastrón.

La toma de datos debe ser ordenada, individualizada y obtenida una vez por mes en una hoja de observación, la cual contendrá los siguientes datos: fecha, sexo, talla (LC, ANC, ALC), peso y observaciones. Otra ayuda que nos proporciona dicha actividad es la organización de todos nuestros animales y su debido control, así mismo podemos colocar en un cuadro de tareas las actividades a realizar por semana con cada uno de nuestros organismos como por ejemplo: alimentación, limpieza, asoleo, hidratación, etc.

La gran cantidad de información que se genera es inmensa y de gran utilidad, por lo cual la toma de datos es importante para conocer el crecimiento y desarrollo de los organismos. Esta información se obtendrá una vez por mes con cada animal. La forma de obtener dicha información es la siguiente:

El peso se toma con una balanza granataria o digital que nos permite observar el aumento de la masa corporal de nuestra tortuga conforme a su alimentación y así evitar una desnutrición.

La talla nos permite dilucidar el crecimiento óptimo de los organismos a lo cual se utilizarán las siguientes medidas:

- Largo del caparazón (LC): Considerado desde la escama nucal hasta el extremo opuesto del caparazón.
- Ancho del caparazón (ANC): Se toma de la parte más ancha del caparazón a su otro costado.
- Alto del caparazón (ALC): Esta medida se toma de la parte más alta del caparazón a su base.

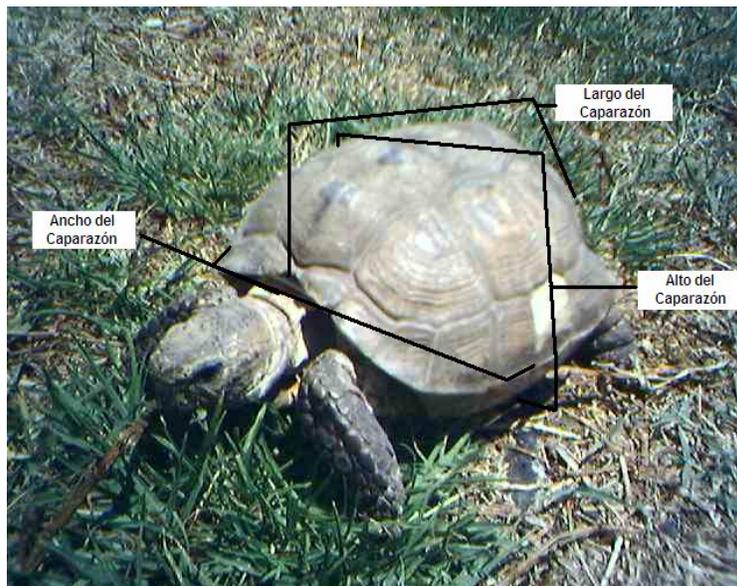


Figura 10. Dimensiones a considerar de una tortuga

Para darnos cuenta si nuestra tortuga esta creciendo en buenas condiciones podemos hacer una gráfica de crecimiento, colocando los meses del año contra la longitud, ancho o altura del caparazón. Esta gráfica con el paso de los años debe comportarse de manera creciente hasta estabilizarse, es decir los organismos mas jóvenes tienen aumento en la longitud de su caparazón de manera más rápida que los adultos (Figura. 11 b y d) sin embargo, conforme pasa el tiempo este va disminuyendo hasta que maduran y el crecimiento se hace muy lento (Figura. 11d). Al mismo tiempo

la masa corporal aumenta exponencialmente en organismos jóvenes (Figura. 11a) y va estabilizándose conforme va madurando (Figura. 11c).

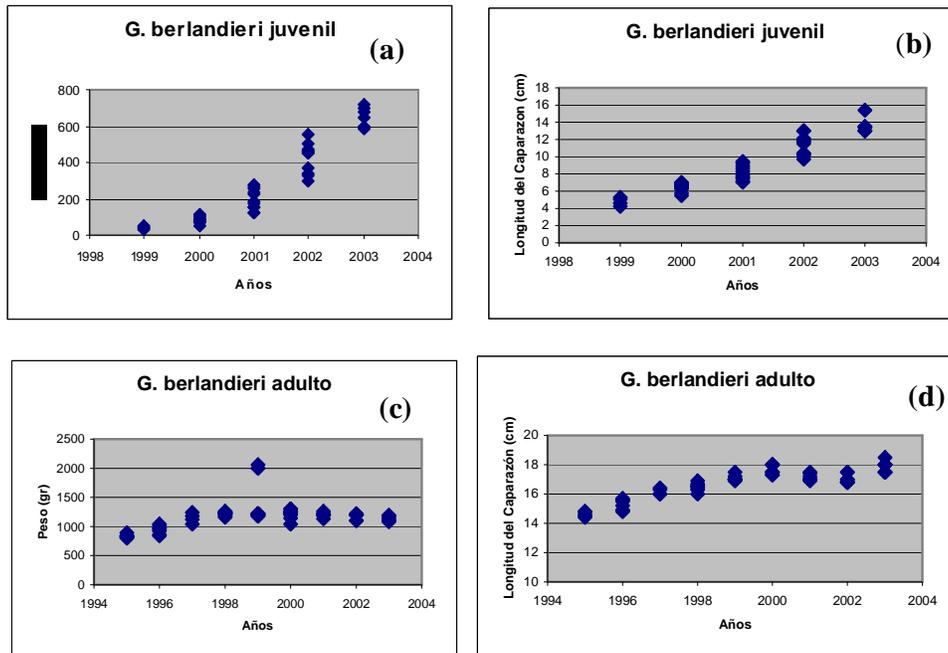


Figura 11. Gráficas de peso y crecimiento (longitud del caparazón) contra los años de registro de datos. Se observa la comparación del crecimiento y aumento de peso de un organismo juvenil nacido en cautiverio por un periodo de 4 años y uno adulto en 8 años. Todos mantenidos en el Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala.

Revisión del estado de salud

Para detectar posibles anomalías en el estado de salud de la tortuga es necesario hacer una observación periódica y así identificar posibles eventos patológicos. Hay que recordar que el manejo en cautiverio mal aplicado para los animales provoca con mucha frecuencia un estrés y esto llega a afectar su estado de salud, por lo tanto se recomienda una evaluación en base a las siguientes características: los ojos del animal deben ser claros y brillantes, no deben de estar hundidos o saltones y que no presenten secreciones de aspecto turbio o purulento; el caparazón y el plastrón deberán estar libres de manchas o protuberancias atípicas, rayones, fracturas, huecos, reblandecimientos, enrojecimientos, ulceraciones, ni deformaciones en las placas dérmicas; las extremidades deben ser robustas pero no hinchadas ni enrojecidas, los dedos no deben tener lesiones, cortes, torceduras, fracturas, etc. ; no se deben escuchar ruidos

respiratorios ni secreciones de ningún tipo en las narinas o boca. Todo ejemplar que presente signos atípicos a los normales se deberá de llevar al servicio veterinario especializado para su diagnóstico, tratamiento y recuperación.

Principales enfermedades

Las enfermedades en cautiverio se pueden prevenir con un adecuado mantenimiento de los organismos, sin embargo cuando ya tenemos los primeros signos del padecimiento hay que actuar rápido y hacer un diagnóstico acertado y oportuno con ayuda de gente especializada. Por lo que presentamos las principales enfermedades que presenta *G. berlandieri* en cautiverio.

En esta especie los males que la aquejan en primer lugar son las del sistema respiratorio como el ETRA (Enfermedad del Tracto Respiratorio Alto), Neumonía y Rinotraqueitis, (estas enfermedades son causadas principalmente por exponer a nuestras tortugas a las bajas temperaturas o corrientes de aire frío). Otros padecimientos causados por diversos factores son los Traumatismos (causados por golpes o caídas, etc), Síndrome de inadaptación al Cautiverio y Descalcificación (falta de calcio en la dieta).

Padecimientos

DESCALCIFICACIÓN (ENFERMEDAD METABÓLICA DE LOS HUESOS)

Básicamente el problema que se presenta es una alteración en el equilibrio entre calcio y fósforo que siempre debe haber en el organismo. Esta relación es de 2:1 y si falta calcio en la dieta, el cuerpo lo obtiene extrayéndolo de los huesos. Una carencia de calcio, vitamina D3 o rayos UVB provoca que el reptil reabsorba el calcio de los huesos para mantener los niveles adecuados en su organismo, lo que provoca una descalcificación de los mismos que se compensa con la formación de tejido blando alrededor del hueso en un intento del organismo de reforzar el hueso descalcificado.

El resultado suele ser visible en las extremidades, que se presentan abultadas y son endebles.

Signos: Los leves son anorexia, constipación letárgica, debilidad en las patas temblores y movimientos espásticos de los músculos de patas y dedos; los graves son inflamación y parálisis de las extremidades, deformidades de las mismas y columna vertebral, fracturas espontáneas y reblandecimiento del caparazón así como su deformación.

Tratamiento: Calcio y Vitamina D3 c/ 24hrs. y asoleo. En los casos más graves se deben inmovilizar las fracturas.

ENFERMEDAD DEL TRACTO RESPIRATORIO ALTO (ETRA)

Esta enfermedad es causada por el organismo *Mycoplasma agassizii*, es una especie de bacteria particularmente situado en el tracto respiratorio de las tortugas infectando las membranas mucosas y del tracto respiratorio. En otras especies de Micoplasma, el cilio del tracto respiratorio es dañado por mecanismos desconocidos sin saber donde es el sitio de infección de la bacteria.

Signos: conforme la enfermedad avanza los pasajes nasales son cerrados por la mucosidad producida y las tortugas se aletargan y no comen, hay mucosidad abundante, erosión y cicatrices en las narinas e inflamación más severa parecida a los signos de la neumonía.

Tratamiento: Es tratado con Enrofloxacin 10 mg/kg una vez por día durante 10 días y es administrada vía intramuscular.

NEUMONÍA

La enfermedad es provocada por agentes bacterianos como *Aeromonas sp.*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus rettyeri*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Streptococcus alfa hemolitico* y *Staphylococcus aureus*. Esta enfermedad ocurre por someter a los animales a bajas temperaturas a las cuales están acostumbrados o exponerlos a corrientes de aire frío.

Signos: incluyen principalmente boqueo (en serpientes, es muy característico), presencia de moco que puede ser translucido hasta color amarillento o blanquecino en la cavidad nasal y/o narinas, dificultad para respirar, bajo apetito, descoordinación y baja de peso.

Tratamiento: incluye el aumento de la temperatura en el ambiente y el tratamiento con antibióticos por vía parental como Enrofloxacin 10mg/kg una vez por día, durante 10 días por vía intramuscular.

RINOTRAQUEITIS

Este mal es provocado por un Herpevirus y que afecta las vías aéreas del animal. Es altamente contagioso por el contacto de hocico a hocico durante el olfateo y estornudos.

Signos: inicialmente la enfermedad cursa con un gran decaimiento, estornudos intensos, falta de apetito y temperatura elevada. Luego sigue una secreción nasal, descarga ocular y conjuntivitis. Es frecuente que haya una salivación excesiva, tos y dificultad respiratoria.

Suele haber complicaciones bacterianas, sinusitis (inflamación e infección de los senos nasales).

Lesiones: pueden aparecer úlceras en la boca y desencadenar una neumonía

Tratamiento: solamente con Enrofloxacin 10mg/kg una vez por día, durante 10 días por vía intramuscular para evitar las complicaciones bacterianas.

SÍNDROME DE INADAPTACIÓN AL CAUTIVERIO

Como su nombre lo dice es la incapacidad del animal a adaptarse a un espacio cerrado fuera de su ambiente natural.

Signos: inanición, inactividad, deshidratación, desnutrición y somnolencia

Tratamiento: sacar a nuestra tortuga a pastar y asolearse por periodos prolongados y proporcionarle su alimento fuera en lo que se va adaptando a su nuevo hábitat.

TRAUMATISMOS

Son causados por múltiples factores dentro de los más importantes son los siguientes: quemadura por placas o piedras térmicas, golpes contra accesorios o cristales de los encierros, peleas entre los propios organismos que habitan los encierros, mal manejo al alimentarlos o manipularlos para asearlos y encierros mal diseñados.

Lesiones: Algunas son fracturas de caparazón, plastrón, miembros, pérdida de trozos óseos del caparazón, separación o fragmentación del mismo, algunas veces con lesiones expuestas.

Tratamientos: Las heridas deben lavarse perfectamente y retirar el tejido muerto si es que existe, posteriormente debe suturarse si se requiere y/o aplicar desinflamatorios y antibióticos como la Oxitetraciclina 10mg/kg cada 48 hrs por 10 días, vía intramuscular y Flumetazona 0.12mg/kg c/24hrs vía Oftálmica. Hay que realizar revisiones y curaciones periódicas.

Literatura recomendada

- De Vosjoli P. 1996. Design and Maintenance of Desert Vivaria. The Herpetological library special edition. The Vivarium design series, 1.
- De Vosjoli P. 1996. General care and maintenance of popular tortoises. Advanced vivarium-systems, Inc. Impreso Singapore.
- Ernst, C. H. y R. W. Barbur, 1989. Turtles of the world. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. y London: 274 y 275.

- Hellgren, E. C., Richard T. K., Donald C. R. III, y David R. S. 2000. Variation in tortoise life history: Demography of *Gopherus berlandieri*. *Ecology*, 81(5): 1297-1310.
- Judd, F.W. y F. L., Rose 2000. Conservation status of the Texas Tortoise *Gopherus berlandieri*. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University*, (196): 1-12.
- Rubio, M. B. 1998. Manejo integral en el mantenimiento de anfibios y reptiles en cautiverio en el Laboratorio de Herpetología de la UNAM campus Iztacala. Tesis de Licenciatura sobre actividades profesionales, FES Iztacala, U.N.A.M.

Este manual se realizó a partir de las principales experiencias obtenidas a lo largo de 17 años con el mantenimiento en cautiverio de *Gopherus berlandieri* en el Laboratorio de Herpetología de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala.

La necesidad de elaborar este manual es tener como referencia de primera mano y dar a conocer las principales técnicas de manejo, mantenimiento y cuidado de la especie en cautiverio. Con esta obra se pretende contribuir en los esfuerzos de conservación de la misma y así remarcar los principales puntos específicos para su cuidado y protección.

Biol. Jorge Alberto Lobato Alvarez
FES Iztacala, UNAM



Discusión

a) *Crecimiento corporal*

1. *Tasa de crecimiento*

Todas las tortugas de Norte América tienen una tasa de crecimiento que disminuye entre los 18 a 22 años, (Germano, 1994). Nuestros resultados muestran que *G. berlandieri* disminuye su crecimiento a partir de los 8 años (0.0133 mm/mes) y deja de hacerlo hasta los 28.3 años (0.0028 mm/mes) (Gráfica 1 y Tabla 1). Germano (1994) encontró que la tasa crecimiento de *G. berlandieri* en estado salvaje es igual a 11.5 mm/año de los 0 a 4 años de edad; de los 4 a 8 años es de 8.8 mm/año; de los 8 a los 12 años es de 7.6 mm/año; de los 12 a 16 años es de 6.6 mm/año y de los 16 a 20 años es de 3.5 mm/año. En contraste de 8 tortugas cautivas mantenidas en un encierro al aire libre incrementaron su longitud del caparazón en promedio 23.7 mm alrededor del primer año de edad (Judd y McQueen, 1980). Esto sugiere que la tasa de crecimiento puede incrementarse en condiciones de cautiverio y por lo tanto puede prolongarse. Germano (1994) reporta que *G. berlandieri* es la más pequeña de las cuatro especies de *Gopherus* y tiene un índice de crecimiento más bajo en estado salvaje. Por otro lado el crecimiento puede ser acelerado en las tortugas con una dieta de alta calidad y períodos extendidos para su consumo (Jackson et al., 1978; Germano, 1994) y así se puede forzar a una maduración más temprana. En cautiverio la alimentación de las *G. berlandieri* en el Laboratorio es a base de una dieta de comida procesada para reptiles vegetarianos y ensalada de verduras. La ensalada es en base de nopales, verdolagas, berros, cilantro, calabacitas, lechuga y flor de calabaza etc., lo que les da gran aporte de nutrientes e incrementa significativamente el crecimiento de *G. berlandieri* (Tabla.1 y Gráfica 1).

La tasa de crecimiento también puede ser afectada por el tiempo en que un juvenil esta sujeto a diversas causas como la maduración, cuantos huevos puede producir una hembra por en un año, sí depende el tamaño de la puesta con el tamaño corporal, el tamaño que alcanzan de adultos y su habilidad para sobrevivir por periodos largos de tiempo (Germano, 1994). Por lo tanto la mayor parte de los recursos obtenidos van ser utilizados para dichas causas y un porcentaje menor para el crecimiento corporal desde la etapa juvenil en adelante, sin embargo cuando los organismos son recién nacidos la mayor parte de los nutrientes obtenidos son utilizados para el crecimiento corporal.

Las tortugas debido a su gran longevidad se empiezan a reproducir desde los 3 años de edad (Murillo, 1996) sin embargo, las tortugas en cautiverio tienden a reproducirse tempranamente (Bellaris y Attridge, 1975). En el caso del género

Gopherus pueden esperar 2 décadas antes de criar por primera vez (Alderton, 2002). Esto es debido a que la madurez sexual en las tortugas es más dada por el tamaño que por la edad (Bellaris y Attridge, 1975; Moll, 1979). La edad mínima de madurez de la especie está determinada por la longitud mínima del caparazón al que las hembras tienen huevos: *Gopherus agassizii* alcanza la madurez sexual a los 190 mm de LC, entre los 15 y 18.5 años de edad (Turner et al. 1986; Germano, 1994), *Gopherus polyphemus* a los 250 mm de LC, a una edad de 17.5 a 20.5 años (Landers et al. 1982; Germano, 1994), *Gopherus flavomarginatus* a los 280 mm de LC a una edad de 15 años (Morafka, 1982; Germano, 1994) y *Gopheurs berlandieri* a 155 mm de LC a los 18 años de edad (Rose y Judd, 1982; Germano, 1994). Así *G. berlandieri* madura a un tamaño relativamente más pequeño que las demás *Gopherus* de vida silvestre. En cautiverio está tortuga madura a la misma talla que la reportada en el campo, pero a una edad más temprana de 5 años con 4 meses aproximadamente (Tabla 1 y Gráfica 3) a comparación de sus congéneres en vida silvestre que la obtienen entre los 12 y 16 años de edad (Germano, 1994; Hellgren et al., 2000). Otro ejemplo es *G. agassizii* que en cautiverio alimentada continuamente con comida de alta calidad creció 21.3-83.4 mm/año por los primeros 4 años y llegó a ser sexualmente maduro a esa edad más temprano que sus congéneres en estado salvaje (Jackson et al. 1978).

Los individuos en crecimiento son afectados por factores intrínsecos y extrínsecos; estos últimos incluyen comida y fuente de agua, encontrándose que en temporadas secas cuando la comida y la humedad están limitadas, se registran las menores tasas de crecimiento corporal, por otra parte en cautiverio la comida y el agua son proporcionadas de una manera periódica y constante y se ve reflejado en un crecimiento más acelerado durante los primeros 5 años y medio presentando una longitud aproximada de 153.39 mm de LC (Gráfica 3) a comparación de las tortugas que están en estado salvaje que alcanzan dicha longitud por arriba de los 12 años (Germano, 1994); otras tortugas mantenidas en cautiverio por Judd y McQueen (1982) alcanzan dicha longitud de caparazón por debajo de los 24 años de edad.

Otro factor extrínseco es la temperatura que influye en las tasas de crecimiento en organismos ectotérmicos por que se acoplan a procesos fisiológicos como las tasas metabólicas y la eficiencia digestiva (Iverson 1982; Congdon, 1989; Zimmerman y Tracy, 1989), ambas promotoras del crecimiento corporal; en cautiverio dicho factor

puede ser controlado, ya que los encierros se mantuvieron en un rango de temperatura de 25 a 35°C (temperatura óptima para la especie; Germano, 1994), lo cual puede mantener la tasa metabólica constante e implica que haya un crecimiento más acelerado y duradero en etapas juveniles de *G. berlandieri* (Gráfica 3).

2. Modelos de crecimiento

El modelo de Von Bertalanffy ha sido el más utilizado en el estudio del crecimiento corporal de tortugas y ha sido referido como el modelo que mejor describe el crecimiento de tortugas de agua dulce (Dunham y Gibbons, 1990) y marinas (Frazer y Ehrhart, 1985) pero no para especies terrestres (Mushinsky et al. 1994). Para estas tortugas el más utilizado es el de Richards para la descripción del crecimiento de tortugas terrestres de Norte América (Germano, 1994). Sus estimaciones de “m” (parámetro de la forma de la curva) tienden hacia 1 (i.e. Modelo de Gompertz) en 16 de 21 modelos, soportando lo que reporta Mushinsky y colaboradores (1994) que el modelo de Von Bertalanffy no es el mejor a escoger para Testudinidos. En contraste con nuestros resultados (Gráfica 2) el modelo de Von Bertalanffy fue el que mejor describió el crecimiento corporal en cautiverio de *G. berlandieri* y lo hace de una mejor manera entre más pequeñas sean las tortugas.

Por lo tanto nuestros resultados cumplen con los requerimientos antes dichos y por otro lado nuestros resultados no contemplan variaciones en el crecimiento por periodos estacionales ya que estamos hablando de condiciones controladas a la que estos animales están sometidos. Lindeman (1997) apoya la estrategia de usar el modelo de Von Bertalanffy cuando las estimaciones del modelo de Richards son cuestionables; siendo claro que este último se ajusta al crecimiento de la especie en estado salvaje y Von Bertalanffy es el modelo de crecimiento corporal que se ajusta a *G. berlandieri* en cautiverio.

b) Eventos reproductivos

1. Cortejo y cópula

La conducta de cortejo de *G. berlandieri* no parece ser afectada por el cautiverio ni por el contacto humano, ya que presentan el mismo comportamiento al reportado en

vida silvestre por Bellaris y Attridge (1975), Ernst y Barbur (1989) y Alderton (2002) (Figura. 9). Rose y Judd (1975) mencionan que esta tortuga tiene comportamientos relativamente sedentarios en estado salvaje con periodos cortos de actividad. En épocas de reproducción los machos entran en combate por el derecho de copular con una hembra (Judd y Rose, 1983; Berry y Shine, 1980). Después el macho ganador comienza el ritual de cortejo, sin embargo el tiempo que dura el cortejo no se ha encontrado reportado, por lo tanto nosotros observamos que este mismo es corto, con un intervalo de duración de 1:03 minutos hasta 3:22 minutos, pero se pudo prolongar hasta 10:54 minutos. En las tortugas terrestres o semiacuáticas que se aparean en la tierra utilizan su visión y olfato para el reconocimiento sexual (Murillo, 1996), lo cual prolonga la conducta de cortejo al identificar si el individuo es receptivo, aunado a factores externos como el aire, la tierra, accesorios u otros que puedan interrumpir dicho reconocimiento. Una inusual característica de las tortugas *Gopherus* es la presencia de glándulas sexuales por debajo de la barbilla que en época de reproducción tienden a inflamarse y a emitir un olor; el cual es utilizado por los machos cuando frotan su cabeza en los objetos dentro de su territorio y las hembras lo transfieren (Alderton, 2002). Cuando se aproxima una tortuga hembra a un macho, éste la olerá de cerca cuidadosamente alrededor de su región cloacal y es cuando el macho se exhibe por medio de un meneo de cabeza y entonces cambia a una tentativa de morder a la hembra, como preludeo del acoplamiento (Alderton, 2002) muy similar a nuestras observaciones.

La cópula es precedida por una agresividad iniciada por el macho a lo que parecería un acto forzado (Berry y Shine, 1980). Una vez que el macho está en posición para acoplarse, utiliza la cola como punto de prueba para establecer el contacto con la abertura cloacal de la hembra; la extremidad de la cola penetra a una distancia corta, mientras que el pene se evierte por debajo del surco caudal de la hembra y se inserta en última instancia en la cloaca que ha sido dilatada ya por la cola (Alderton, 2002). La cópula de *G. berlandieri* tiene una duración corta pero es muy frecuente durante la monta y este evento se puede repetir varias veces al día (Alderton, 2002). La permanencia de este evento fue de 2.4 a 5.6 segundos pudiéndose extender hasta 23 segundos (Tabla. 2), por lo tanto coincide con los mismos datos cualitativos de Alderton (2002). A pesar de que existieron cópulas durante el estudio, no se garantizó una fertilización esto se debe que si una hembra no desea acoplarse, ella retira sus miembros traseros y bajara generalmente su caparazón, haciéndolo virtualmente imposible para

que la cola del macho alcance la abertura cloacal de la hembra (Alderton, 2002) por lo cual existieron pocos de estos eventos durante nuestro estudio.

2. Puestas

El rango de puestas en nuestro estudio (Tabla. 3) es el mismo reportado por Auffenberg y Weaver (1969) con un intervalo de 1-3, Rose y Judd (1982) de 3 a 7, Judd y Rose (1989) de 1-5, y Hellgren y colaboradores (2000) de 1-4 huevos en estado salvaje; en cautiverio solo Grant (1960) reporta un tamaño de puesta de 6 huevos de una hembra cautiva; por lo tanto el tamaño de la puesta en estado salvaje y en cautiverio está dentro del rango.

La media por puestas en nuestro estudio (Tabla. 3) se mantuvo dentro de los valores obtenidos por Auffenberg y Weaver (1969) de 1.4, Rose y Judd (1982) de 3.9, Judd y Rose (1989) de 2.6 y Hellgren y colaboradores (2000) de 2.07 huevos por lo que nuestros resultados se encuentran dentro del rango.

En estado salvaje, la época de reproducción está marcada por la estacionalidad, teniendo la puesta a principios de Abril y culminando en Septiembre, con una frecuencia mayor desde Junio a Julio y otro en Agosto y Septiembre (Sabath, 1960; Auffenberg y Weaver, 1969; Judd y Rose, 1989; Hellgren et al., 2000), en cautiverio el patrón es mas extendido abarcando desde Febrero hasta Octubre, siendo el primero el mes que presenta mayor número de puestas en al año (Gráfica. 5). Rose y Judd (1975) reportan que las temporadas de mayor actividad son en Abril y Mayo; en Diciembre, Enero y Febrero las tortugas no se encuentran activas por las bajas temperaturas del invierno (por debajo de los 22°C). En contraste por las condiciones controladas existentes en cautiverio hay un desfase en los periodos reproductivos que puede ser afectada por 2 factores importantes:

El primero es dado por las condiciones óptimas (su cuerpo prefiere una temperatura extremadamente corta de 30°C; Rose y Judd, 1975) otorgadas en un encierro y que semejan casi siempre las estaciones de reproducción lo que permite que haya apareamiento casi todo el año y que por lo tanto hubiera una retención de los huevos por parte de las hembras. El hecho de que algunos huevos sean puestos por

hembras cautivas en invierno (Gráfica. 5) no significa necesariamente que haya dos puestas en el año, aunque hay evidencias de que algunas hembras lo puedan tener (Rose y Judd, 1982; Hellgren et al. 2000); Judd y Rose (1989) descartan la posibilidad de este suceso, ya que no encontraron evidencias de múltiples nidadas en *G. berlandieri* en el sur de Texas y lo atribuyen a una retención de los huevos por periodos largos los cuales fueron puestos por diferencia de tiempo, siendo así una sola puesta. De hecho, hay evidencia para apoyar esta alternativa. Las grandes nidadas encontradas por Rose y Judd (1982) sugieren que estas hembras colocan los huevos de una misma nidada en mas de una puesta. En cautiverio pasa lo mismo, Grant (1960) reporta que una hembra cautiva colocó tres huevos en una puesta el 8 de junio y después depositó un huevo en la superficie el 19 de junio, 9 y 13 de junio.

El segundo factor es reportado por Porter (1972), el cual menciona que las estaciones de reproducción en los reptiles se ven afectadas primeramente por las condiciones de temperatura y fotoperiodo. En las tortugas, la temperatura afecta el ciclo reproductivo especialmente en especies de áreas templadas; la influencia del fotoperiodo sobre el comportamiento reproductivo es menos claro (Alderton, 2002), pero con la ausencia de luz *G. berlandieri* simplemente se queda quieta con los miembros retraídos y expuesta totalmente (Rose y Judd, 1975).

Los periodos de actividad en *G. berlandieri* son controlados principalmente por condiciones ambientales (Rose y Judd, 1975). La temperatura ejerce efectos profundos conforme va ascendiendo. La lluvia alterará los periodos de actividad, estableciendo que las tortugas lleguen a ser mas activas poco después de que la precipitación comienza (Rose y Judd, 1975) dado a una disminución de temperatura de entre 28.8 a 34.8°C que es la óptima para esta especie (Grant, 1960).

En las *G. berlandieri* del Laboratorio, la temperatura juega un papel muy importante en su comportamiento de cortejo, habiendo menos de estos eventos en temperaturas frías (Gráfica. 4) por lo tanto la observación de cópulas es rara y las puestas como los nacimientos son poco frecuentes. Las épocas de mayor actividad en esta especie en estado salvaje son en Abril al medio día (Auffenberg y Weaver, 1969) pero conforme pasa la estación, durante Mayo existen 2 periodos de actividad: por la mañana y la tarde (Rose y Judd, 1975). En estos encierros exteriores la temperatura y

humedad no son controladas, considerando que en Tlalnepantla en donde se hizo dicho trabajo al aire libre tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y una temperatura media anual de 22-24°C, (INEGI, 2006), por lo tanto en temperaturas bajas las tortugas no tienen actividad alguna y esto puede afectar el ciclo reproductivo de *G. berlandieri* generando un desfase y en ambientes controlados se puede prolongar.

3. Los huevos

I) El tamaño

El tamaño de los huevos de *G. berlandieri* reportado en este estudio (n=13) tiene una longitud promedio de 45.2 mm \pm 5.4, un diámetro promedio de 34.2 mm \pm 6.7 muy similar al reportado en vida silvestre (Judd y Rose, 1989; Ernst y Barbur, 1989). Claramente los huevos alargados ocupan más espacio dentro del oviducto, que los huevos esféricos los cuales pueden ser más numerosos (Alderton, 2002), pero entre más grande sea el tamaño de puesta la longitud de los huevos será más pequeña (Judd y Rose, 1989). Está claro que las hembras de *G. berlandieri* sexualmente maduras con un LC sobre los 145 mm y que raramente exceden los 180mm tienen huevos elipsoidales y largos que no sobrepasan el diámetro medio de los 38 mm que es determinado por el tamaño del canal pélvico (Judd y Rose, 1989), lo cual es inusual dado el tamaño de la hembra a comparación de las otras especies de *Gopherus* (Rose y Judd, 1991). Sin embargo la variación en el tamaño de los huevos es baja en comparación de su tamaño corporal (Judd y Rose, 1989) gracias a las adaptaciones de las hembras ubicadas en el largo de la apertura pélvica (Long y Rose, 1989), la pérdida de conexiones esqueléticas en esa zona y una ingre plastral que facilita la puesta del huevo (Rose y Judd, 1991), por lo cual las hembras de mayor tamaño (LC = >180 mm) pueden almacenar hasta 5 huevos y las hembras de menor tamaño (LC = <155 mm) no producen más de 3 huevos (Judd y Rose, 1989).

II) Peso y Volumen

El peso del huevo que nosotros encontramos esta en un rango de 25.07 a 38.57 gr (n = 7); en vida libre el peso de los huevos (n=12) es de un promedio de 26.9 gr \pm 1.06 con un rango de 18.7-30.7gr (Judd y Rose, 1989) por nuestros valores caen dentro del rango reportado. Los resultados reportados por Judd y Rose (1989) y Ernst y Barbur (1989) sobre la longitud y diámetro del huevo los tratamos para obtener su volumen con los siguientes resultados: el volumen obtenidos para Judd y Rose (1989) es en un intervalo de 17.43 cm³- 32.17 cm³ y Ernst y Barbur (1989) es de 17.61 cm³ – 32.5 cm³, por lo tanto no fueron significativamente diferentes a los datos tomados. Morafka (1994) menciona que la masa grande de los huevos de neonatos de *Gopherus* provee varias ventajas adaptativas en ambientes terrestres variables, como por ejemplo más fuerza, mas estabilidad fisiológica y largas reservas nutricionales, sin embargo en condiciones de cautiverio nos damos cuenta que el ambiente es controlado lo cual les provee dichas ventajas.

III) Incubación

Los periodos de incubación registrados en el presente trabajo oscilan entre los 128.92 días \pm 26.09 (n=13) y no son significativamente diferentes a los reportados por Judd y McQueen (1980) en vida silvestre (de 88 a 118 días). Los periodos de incubación en tortugas son muy variables dependiendo de la temperatura ambiental; cuando las presiones ambientales son reducidas, los periodos de incubación se pueden extender (Alderton, 2002), por lo tanto la incubación de los huevos sin una variación de temperatura a 30°C reduce las presiones ambientales y se hacen constantes las condiciones, lo que permite la variación en los tiempos de incubación de los huevos y esto tiene como consecuencia que se tarden mas en incubar en ambientes naturales. Otro factor muy importante es la humedad (Marcus, 1981), los niveles recomendados para la incubación de los huevos son de un 80% de humedad relativa a su alrededor (Alderton, 2002). Los huevos con cáscara dura necesitan cerca del 100% de humedad relativa y los huevos de cáscara frágil o delgada sobreviven bien con menos y pueden exigir realmente condiciones más secas sí la tortuga es de desierto (Ewert, 1979). Los huevos de *G. berlandieri* son de cáscara delgada (Ernst y Barbur, 1989), por lo tanto las condiciones que nosotros usamos en el Laboratorio son de 55 a 65% para la incubación de los huevos, por lo tanto la humedad no afecta el tiempo de incubación como podía esperarse.

3. *Nacimientos*

En estado salvaje los nacimientos son escasos y por temporada, asumiendo una población de 100 hembras, una media de 36.6% para hembras que no producen huevos, una media de tamaño de puesta de 2.65 huevos con una puesta por año, un total de 168 huevos podrían ser producidos en un año (Judd y Rose, 1989). Si el 60% de los huevos eclosionara como lo reporta Judd y McQueen (1980), 101 nacimientos podría haber. Sin embargo estas estimaciones no se acercan mucho a la realidad por que no contemplan la depredación (Judd y Rose, 1989) por lo que el porcentaje de nacimientos se ubicaría en 1% (Judd y Rose, 1983) no obstante en cautiverio el 60.6% de los huevos nacen (Judd y McQueen, 1980). Sin embargo en nuestro estudio el porcentaje de viabilidad fue de 26.31% significativamente menor a lo reportado. Esto se pudo deber a la inadaptación de las tortugas al cautiverio por lo tanto las puestas como los huevos fueron pocos y consecuentemente los nacimientos fueron reducidos o bien que los huevos ya obtenidos fueran infértiles o hubiese la muerte del embrión.

Por otra parte las crías que nacen en cautiverio de *G. berlandieri* (Tabla. 4) no son significativamente mas grandes que las reportadas en vida silvestre. Judd y McQueen (1980) reportan un LC de 4 cm; Ernst y Barbour (1989) con un tamaño de 4 cm de LC; Germano (1994) con un LC de 3.13 cm. En contraste las crías de *G. berlandieri* son significativamente más pequeñas que las crías de las otras *Gopherus*; *G. agassizii* del este de Mojave al nacer tiene un tamaño de 3.87 cm \pm 0.57, las del oeste tienen un LC de 3.82 cm \pm 0.35, las de Sonora y Sinaloa tienen un LC de 4.02 cm \pm 0.49 y 4.06 cm \pm 0.46 respectivamente; *G. polyphemus* al nacer tiene un LC de 4.1cm + 0.5 y *G. flavomarginatus* es de 4.26 cm \pm 0.43 (Germano, 1994).

c) Enfermedades

Para el Género *Gopherus* se han reportado enfermedades infecciosas causadas por agentes virales, bacteriales, micóticos y parasitarios, así mismo enfermedades no infecciosas como el traumatismo, enfermedades nutricionales y anomalías de crecimiento (Shumacher y Jacobson, 1995).

1. Enfermedades Respiratorias

1) ETRA (Enfermedad del tracto Respiratorio Alto)

Las enfermedades del tracto respiratorio se encuentran dentro de las más importantes y son comunes en reptiles, sobre todo se presentan en serpientes, en tortugas y en ocasiones en algunos saurios (Pérez, 1998). En nuestras tortugas cautivas estos males son los que principalmente les afectan (Gráfica. 5), dado que su procedencia es de climas cálidos desérticos y la zona donde son mantenidas es templado subhúmedo. Por otra parte los problemas respiratorios en reptiles son de origen principalmente bacteriano y se presentan por estados de inmunodepresión ocasionados por descensos bruscos de temperatura u otras situaciones como fluctuaciones de la temperatura y corrientes de aire, que mantienen al animal bajo una temperatura menor a la de sus requerimientos (Pérez, 1998; Grajales, 2002). En el género *Gopherus* la enfermedad más común es el ETRA donde varios individuos de poblaciones salvajes han dado positivo a los exámenes realizados para este mal, pero algunos individuos en el centro y suroeste de Florida y algunas tortugas cautivas no muestran signos clínicos (Shumacher y Jacobson, 1995), en contraste las tortugas de nuestro Laboratorio sí lo muestran. Las *G. berlandieri* en cautiverio dan positivo en el test del *Mycoplasma agassizii* (Judd y Rose, 2000). La confirmación de esta enfermedad en *G. berlandieri* en cautiverio aun no es ratificada (Judd y Rose, 2000), sin embargo a nuestras tortugas se les ha diagnosticado con niveles de frecuencia de hasta un 51% en los últimos 11 años (Tabla. 5 y Gráfica. 6).

Existen 2 hipótesis para la presencia del ETRA en las tortugas: la primera es que el ETRA ocurre de manera natural y se activa bajo condiciones de estrés; la segunda hipótesis es que una tortuga infectada debió ser introducida a una población salvaje (posiblemente por actividades humanas) para aislar la enfermedad (Jacobson et al, 1991; Brown et al., 1994). En nuestras tortugas mantenidas es difícil ubicar cual de las dos sea la más acertada dado a que muchas de las tortugas recibidas tienen una procedencia desconocida y con un estrés considerable dado a las malas condiciones donde las mantenían.

El tratamiento mas recomendado para esta enfermedad es con Enrofloxacin con una dosis de 5mg/Kg durante 10 días (Shumacher y Jacobson, 1995; Johnson et al., 1998), algunos aplican este mismo tratamiento de 1-5 días (Gauvin, 1993; Prezant et al., 1994) y otros entre 48 y 72 horas (Johnson y et al., 1998), en el tratamiento de nuestras tortugas se aplica durante 5 días pero con una dosis de 10 mg/Kg (Tabla. 5), no obstante los individuos infectados no prosperan sino responden temporalmente a los antibióticos sin recuperarse totalmente de la enfermedad ya que vuelve a presentarse.

Algunas opciones de tratamiento para está enfermedad son con Macrolide Clarithromycin (Biaxin, 50 mg/ml, Abbott Park, IL) a una dosis de 15 mg/Kg cada 48-72 horas; otra opción es la de Oxytetracyclina (Liquamycin LA 200, 200mg/ml, Pfizer, New York) a una dosis de 5-10 mg/Kg cada 24 horas, la precaución que se debe tomar para no poner en riesgo la tortuga es hidratarla a través del tratamiento para prevenir el riesgo de nefrotoxicidad (Johnson y et al., 1998).

II) Neumonía

Otra enfermedad respiratoria que se presentan en la mayoría de los casos es la neumonía (Gráfica. 5), causada por agentes bacterianos por las bajas temperaturas a las que son sometidas las tortugas o por las corrientes de aire frío (Pérez, 1998; Grajales, 2002). Los tratamientos incluyen un aumento de temperatura y la aplicación de antibióticos (Grajales, 2002) como la Enrofloxacin 10mg/Kg SID (Una vez por día) por un periodo máximo de 10 días (Tabla. 5), por otro lado como alternativas de tratamientos podemos reportar a Correa (1995) donde menciona que para el tratamiento de dicha enfermedad en *Boa constrictor imperator* se debe aplicar Trimetoprim-Sulfametoxazol a 10 mg/kg c/ 24hrs por 7 días vía IM, Sulfato de gentamicina a 2.5 mg/kg cada 72 hrs. Vía IM y Oxitetracyclina a 10 mg/kg cada 72 hrs vía IM (Intramuscular).

III) Rinotraqueitis

No solamente las *G. berlandieri* son afectadas por agentes bacterianos en las enfermedades del tracto respiratorio sino también por virus. La Rinotraqueitis es una de ellas que es causada por un Herpesvirus (Tabla. 5), estos agentes han sido reportados en el género *Gopherus* (Shumacher y Jacobson, 1995) en asociación con estomatitis, necrosis de la mucosa oral con acumulaciones de tejido necrótico alrededor de la glotis, la parte superior de la cavidad oral y las narinas internas (Jacobson et al. 1985, Cooper et al. 1988). En tortugas de desierto cautivas los agentes Herpesvíricos han sido encontrados en abscesos faringales (Harper et al. 1982). En este estudio realizado solo podemos afirmar que afecta vías respiratorias, limitándonos al diagnóstico de acuerdo a la signología dado a que no se realizaron pruebas virales. El tratamiento dado en torno a un antibiótico (Tabla. 5) es para evitar complicaciones. Shumacher y Jacobson (1995) reportan el tratamiento de Acyclovir en ungüento al 5% para la estomatitis que es asociada con dicho virus.

En general para ayudar al tratamiento de enfermedades respiratorias, se deben tener los siguientes cuidados: vigilar la temperatura ambiental del encierro (no debe bajar del rango recomendado de 28 a 30°C) y asoleo; también es recomendable el uso de fármacos que inhiban la producción de secreción mucosa como el sulfato de atropina y el uso de expectorantes como el eucalipto o guayacol con el fin de mantener en lo posible libre las secreciones de las vías respiratorias (Pérez, 1998).

2. Enfermedades no infecciosas

Otro tipo de enfermedades que afectan a las *G. berlandieri*, son las no infecciosas como la Descalcificación (Enfermedad metabólica de los huesos), Traumatismo y Síndrome de Inadaptación al Cautiverio (Gráfica. 5).

1) Descalcificación (Enfermedad metabólica de los huesos)

Esta enfermedad es la más común en estos animales; cursa por un estado de bajas reservas de calcio por la cual sus huesos son débiles y suelen fracturarse con relativa facilidad después de sufrir algún traumatismo, esto suele presentarse en individuos sometidos a un inadecuado régimen alimenticio (Jacobson, 1988). La mala nutrición es responsable en estos casos (Woodbury et al. 1948). En estado natural el

Calcio es obtenido de las frutas de *Opuntia* y sus Cladodios y algunas hembras lo obtienen del suelo, rocas y caparazones de caracol (Hellgren et al., 2000), una dieta inadecuada de calcio provoca que se reduzca la densidad de los huesos. Por ejemplo este problema se puede ver reflejado más en las hembras cuando están en épocas de reproducción. Durante el desarrollo del huevo se tiene elevadas concentraciones de suero fosfatado (O'Connor et al. 1994), un componente mínimo del calcio carbonatado que es componente de la cáscara del huevo y con una amplia proporción de hydroxyapatita que se encuentra en la matriz de los huesos, por lo tanto es reabsorbido los huesos para proporcionar el calcio necesario (Hellgren et al., 2000) lo que provoca una descalcificación.

Las *Opuntias* son ricas en calcio sin embargo, tienen altos componentes de oxalacetatos (Theimer y Batemen, 1992) así como las acelgas y espinacas (Pérez, 1998) que pudieran ser proporcionadas en cautiverio. Este componente dificulta la absorción de calcio y se acumulan en la vejiga formando urolitos y en riñón (Hellgren et al., 2000 y Pérez, 1998). En un cierto plazo la deficiencia de calcio podría conducir a un caparazón más delgado, conduciendo esto a una mortalidad resultado de un incremento en la susceptibilidad de agentes patógenos y un movimiento del organismo errático o deteriorado (Hellgren et al., 2000). Como tratamiento a esta enfermedad Pérez (1998) recomienda la fijación y/o inmovilización de la parte afectada, aunado a un suplemento de calcio y Vitaminas A y D₃ en la dieta y sí es posible asolearlo, así mismo se debe administrar antibiótico de amplio espectro por un lapso de diez a catorce días para evitar infecciones.

II) Traumatismo

El traumatismo es una enfermedad causada por múltiples factores desde golpes, raspones, torceduras, fracturas, quemaduras, mordeduras, etc. Dicho mal es el más común encontrado para las *Gopherus sp.* que causa lesiones en el caparazón resultado de accidentes con vehículos, mordidas en el caparazón y extremidades causadas por depredadores (tortugas en estado salvaje), golpes y mordeduras de perros (Shumacher y Jacobson, 1995; Pérez, 1998), estos últimos son los que causan en cautiverio la mayor parte de las lesiones en *G. berlandieri* como la fractura de caparazón. Otro factor son las peleas entre los mismo individuos de un encierro (entre machos comúnmente) (Pérez,

1998). Mientras que lesiones frescas de piel y de las extremidades tienen mejor pronóstico de recuperación las lesiones de fractura de caparazón no tanto, por lo que es necesario administrar un soporte y tratamientos antimicrobiales, (Shumacher y Jacobson, 1995) si hubo formación de abscesos y antisépticos diarios como con cloruro de benzalconio o yodopovidona (Pérez, 1998). El procedimiento recomendado por Grajales (2002) es lavar perfectamente las heridas y retirar el tejido muerto si es que existe, posteriormente deberá suturarse si se requiere y/o aplicar desinflamatorios y antibióticos locales en forma de pomadas o en aerosol con revisiones periódicas. Por último retirar los factores que produjeron el traumatismo.

El traumatismo del caparazón es común verlo como fractura (Tabla. 6) y es la que afecta mayormente a las tortugas que son atendidas en el área de veterinaria. El pronóstico del trauma en caparazón es directamente dependiente en la localización de la herida si las heridas son penetrantes pueden dar lugar a pulmonía si se expone el pulmón, mientras que las lesiones en el línea media del caparazón es parcial o completa da como resultado la transección de la médula espinal subyacente, en esos casos el pronóstico es pobre (Shumacher y Jacobson, 1995).

Shumacher y Jacobson (1995) reportan que en general el trauma de caparazón puede ser tratado abriendo la herida que incluye la restauración y la alineación de los fragmentos del caparazón, con parches de fibra de vidrio impregnados con resina epóxica (Boyer, 1993; Mautino, 1993 y Wallach, 1985).

III) Síndrome de Inadaptación al Cautiverio

El buen estado de un organismo en cautiverio, depende de condiciones adecuadas de mantenimiento en las cuales va a vivir (Correa, 1995). Esto representa un gran problema, por la dificultad que muestran algunas especies para adaptarse al encierro. Lo anterior aunado a un estrés que desarrolla un individuo, puede generar problemas de adaptación y por consiguiente a que el organismo se enferme y dificulte su sobrevivencia y propagación (Cowan, 1980). Este es el síndrome de inadaptación al cautiverio que sufren comúnmente las *G. berlandieri* en cautiverio (Gráfica. 5). Cowan (1980) reporta que es un concepto de deterioración física no específica que puede presentarse en gran variedad de formas, algunas estereotípicas otras no. Él sugiere sin

proponer ningún mecanismo patofisiológico, que se relacione con la inadaptación lo siguiente: que es la incapacidad del animal para hacer frente efectivamente y eficientemente sobre largos periodos con las demandas puestas en él por su ambiente. Por lo tanto los altos niveles de estrés ambiental son uno de los cuales en donde la adaptación es pobre; toda la energía disponible puede ser consumida en mantener estabilidad interna a expensas de funciones inmediatamente menos vitales tales como crecimiento, reproducción y resistencia a la infección (Snyder, 1976), lo que conlleva a diversas afecciones (Tabla. 6) y al decaimiento del organismo o su muerte.

Los diversos factores que pueden provocar dicho estrés en el animal son: la presencia de animales del mismo sexo resulta en una interacción competitiva (las peleas) y el desarrollo de estructuras dominantes o las jerarquías, pueden inhibir drásticamente la alimentación y crianza o explotación de una cierta característica deseable del ambiente físico (Carpenter, 1967; Ratcliffe, 1968) que podría ayudar a su adaptación. El único tratamiento sugerido para evitar dicho estrés es la manutención correcta en base a los requerimientos específicos de la especie y darle el tiempo necesario para la adaptación a su nuevo hábitat artificial. Se deben hacer chequeos periódicos para que no desarrolle algún otro signo.

3. Enfermedades menos frecuentes

1) Abscesos

Por otra parte hay enfermedades menos frecuentes que afectan a *G. berlandieri* en cautiverio (Gráfica. 5). Los abscesos son uno de ellos y son muy comunes en reptiles (Marcus, 1980), sin embargo en nuestro estudio es poco frecuente. Pérez (1998) menciona que estos abscesos son normalmente derivados de un traumatismo el cual fue infectado de manera muy extensa. Usualmente son subcutáneos pero también se encuentran envueltos en órganos internos (Marcus, 1980). Los agentes infecciosos son varios tipos de bacterias que son causantes de los abscesos (Tabla. 5).

Los factores que predisponen a los reptiles a tener abscesos incluyen traumas locales de ectoparásitos o raspase, exceso de la humedad y la desnutrición (Marcus, 1980). Así mismo este autor recomienda para la prevención de dicho mal es el

mantenimiento del lugar limpio y seco así como la eliminación de ectoparásitos, evitar encierros incorrectos y una nutrición del animal correcta.

Como tratamiento para los abscesos es la cirugía, el vaciado de la pus, si es sólido debe ser extirpado completamente, así mismo Marcus (1980) sugiere que en el lugar de la herida sea irrigado un antiséptico o antibiótico en solución como Benzalkonium clorado, 1:1000 (Zephiran, Winthrop Labs.) el cual ha sido reportado efectivo como un irritante (Mittleman, 1962) en tratamientos superficiales pero es insuficiente su capacidad de soportar el crecimiento de *Pseudomonas* (Anonymous, 1974).

II) Amibiasis

Otra enfermedad es la amibiasis que es muy frecuente en reptiles (Grajales, 2002) pero no en *G. berlandieri*. En los animales mantenidos en cautiverio se ha observado que este parásito puede encontrarse en animales sin sinología ya que *Entamoeba invadens* vive en vida libre dentro del tracto digestivo de los reptiles, sin embargo puede dispararse de sus niveles normales y por lo tanto presentar la enfermedad (Grajales, 2002). Como tratamientos alternativos a esta enfermedad son el metronidazol, paromomycin y emetina HCl como profiláctico efectivo sistemas terapéuticos de prevención y control (Bihn y Napolitano, 1980). Grajales (2002) menciona que el mejor tratamiento de elección es el Metronidazol aplicado vía oral durante 15 días. Así mismo Correa (1995) reporta en *Boa constrictor imperator* la misma aplicación de este medicamento a una dosis de 275mg/Kg una vez por semana durante dos semanas vía oral, que es similar a nuestros resultados y aunado con la aplicación de complejo B 0.5mg/Kg cada 3 días dos veces por semana vía intramuscular.

III) Enteritis

La enteritis es causada por diversos agentes patógenos como las bacterias, los protozoarios y los nemátodos (Tabla. 5) (Correa, 1995) en contraste en nuestras *G. berlandieri* no se realizaron estudios para determinar el agente infeccioso y tratarlo con

un tratamiento específico, sin embargo Correa (1995) reporta que para cada agente infeccioso en *Boa constrictor imperator* existe un medicamento; para las infecciones por bacterias se puede aplicar Cloranfenicol 15mg/Kg una vez por semana por dos semanas vía IM y complejo B 0.5 ml/Kg c/12 hrs durante dos semanas vía IM; para las infecciones por protozoarios flagelados se les debe tratar con Metronidazol 275mg/kg una vez por semana durante 2 semanas vía oral, compuestos en combinación de furazolidona, metil bromuro de omatropina, pectina y atapulguita 40mg/Kg por 6 días y complejo B 0.5ml/kg cada 3 días dos veces por semana vía IM; por último para la infección por nemátodos se aplica Fenbendazol 100mg/Kg por dos semanas, complejo B cada 48hrs por 2 semanas vía IM y Mebendazol al 2.5% 100mg/Kg una vez a la semana por 15 días vía oral.

IV) *Osteodermatitis*

La osteodermatitis es una enfermedad causada por lesiones traumáticas sobre las partes óseas ya sea por golpes o raspones con los accesorios del encierro que posteriormente es infectada por las bacterias (Tabla. 6) de la misma excreta de la tortuga (Grajales, 2002). El manejo médico en estos casos consiste en disminuir el gradiente de humedad del encierro, mantener adecuada la temperatura ambiental (Pérez, 1998). El tratamiento recomendado es una limpieza profunda de las zonas afectadas y la aplicación de antibióticos locales vía parental como aminoglucósidos (Grajales, 2002). Así mismo para evitar dicha enfermedad este autor recomienda evitar la sobre población de encierros y los objetos punzo cortantes.

V) *Queratoconjuntivitis*

La queratoconjuntivitis es muy común verla en tortugas de agua dulce pero no están exentas las Terrestres (Grajales 2002). Esta es asociada a la falta de vitamina A lo cual sensibiliza al ojo a adquirir fácilmente una infección secundaria provocada regularmente por bacterias del mismo entorno (Pérez, 1998 y Grajales, 2002). Los cuidados clínicos son la aplicación de una pomada con antibióticos, un desinflamatorio, la extracción de abscesos y la aplicación de vitamina A en la dieta con un alimento balanceado (Pérez, 1998 y Grajales, 2002)

VI) Enfermedades asociadas con ETRA

Sí bien es cierto que la mayor parte las enfermedades oftálmicas en tortugas es producida por una hipovitaminosis A, en las *Gopherus* los signos clínicos como el edema palpebral, la conjuntivitis y la Rinitis con claras descargas purulentas se han visto en tortuga de desierto asociadas con el ETRA (Shumacher y Jacobson, 1995; Johnson et al. 1998) y normalmente son tratadas como está enfermedad.

Si bien es claro la mayor parte de las enfermedades son causadas por un mal manejo en cautiverio del animal y por lo tanto muchas de ellas se podrían prevenir conociendo los requerimientos específicos en cautiverio de *G. berlandieri*. Sin embargo los animales cautivos jamás deberán ser liberados con sus congéneres salvajes ya que podrían portar agentes patógenos que no existen en poblaciones salvajes por lo tanto plantearía una amenaza potencialmente mortal a dichas poblaciones (Shumacher y Jacobson, 1995).

d) Manual de manejo

La necesidad de elaborar un manual de manejo es tener como referencia de primera mano las principales técnicas sobre el mantenimiento, cuidado, alimentación, reproducción y enfermedades de una especie amenazada o en peligro de extinción aportando y recabando nuevos conocimientos sobre su biología gracias a un interés comercial o científico. Estos manuales son una herramienta indispensable para los esfuerzos de conservación de las especies, permitiendo puntualizar los cuidados específicos que requiere cada una de ellas y conocer mas a fondo su ciclo de vida en cautiverio.

La mayoría de los manuales existentes están enfocados al manejo de especies de Testudinidos como De Vosjoli (1996b) que puntualiza los requerimientos adecuados

para dichas especies que solo son comercializados como mascota y van dirigidos a un público con conocimientos generales del tema, sin embargo pocas de estas obras tienen un pequeño apartado sobre el mantenimiento en cautiverio del género *Gopherus* que muchas veces es muy general. Libros mas especializados como el de Ernst y Barbur (1989) están dirigidos a público mas especializado, en donde se recopilan los principales aspectos sobre la biología de las especies de *Gopherus* reduciéndolo a una ficha técnica; otros más completos como Alderton (2002) abunda en todo el ciclo de vida de muchas tortugas y tiende a ser muy general en los aspectos de mantenimiento y cuidado de *G. berlandieri* pero un punto de referencia para la comparación de la vida silvestre con la de cautiverio.

Los manuales de manejo existentes no están enfocados a especies amenazadas o en peligro de extinción ya que no son animales comerciales en donde se pueda obtener un beneficio económico y por lo tanto son menos populares entre la gente. En cambio *G. berlandieri* es un organismo que en México, es común verlo con particulares como mascota a pesar de las restricciones que da la NOM-059-SEMART-2002 por ser una especie amenazada pero debemos hacer hincapié que está prohibido mantenerla en cautiverio y no se debe promover mas esta acción. Por otro lado no se le ha dado la importancia en la recopilación de información sobre su manejo en cautiverio legal para coadyuvar en la preservación de esta especie.

Otros manuales que le han dedicado un pequeño apartado como el de Rubio (1998) está enfocado al cuidado de tortugas terrestres abarcando aspectos como el manejo, cuidado, alimentación, encierros, fotoperiodo y temperatura, etc. pero no explica los cuidados específicos que requiere la especie en particular solo los mas generales. Por otra parte existen los manuales clínicos como el de Pérez (1998) que aportan gran información sobre el manejo, enfermedades, diagnósticos y tratamientos de tortugas terrestres, pero sin entrar a enfermedades específicas de cada especie. Por lo tanto el manual que nosotros elaboramos es puntual y específico en aspectos sobre el manejo en cautiverio de *G. berlandieri*, en donde se recabo la información y experiencia adquirida en el Laboratorio de Herpetología en los últimos 17 años.

Conclusiones

- El crecimiento de la especie aparenta ser el más bajo en comparación a las demás especies del género, pero es más acelerado en cautiverio a comparación de sus congéneres en estado salvaje. El mejor modelo que describe el crecimiento corporal de *G. berlandieri* en cautiverio a temprana edad es el de Von Bertalanffy.
- El manejo en cautiverio que se realiza en el Laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala UNAM es adecuado, permite ver cortejos casi todo el año, pero la observación de cópulas es rara y las puestas como los nacimientos son poco frecuentes.
- Las enfermedades respiratorias son las más comunes en la colonia de *G. berlandieri* del Laboratorio de Herpetología-Vivario; el ETRA es la mas frecuente de ellas y el tratamiento mas utilizado para controlar este padecimiento es la Enrofloxacina 10mg/kg.
- El manual realizado es el primero en su tipo y el mas puntual en los aspectos sobre el manejo en cautiverio de *G. berlandieri* por lo que pretendemos que sea útil en los esfuerzos de conservación de está especie mexicana que se encuentra amenazada.

Literatura Citada

- **Alderton D. 2002.** Turtles y Tortoise of the world. Edit. Facts on File, Inc. New York.
- **Anonymous. 1974.** Center for disease control national nosocomial infections study. Fourth quarter, 1973 (issued April 1974): 18-23.
- **Auffenberg, W. y W.G. Weaver. 1969.** *Gopherus berlandieri* in southeastern Texas. Bull. Fl. State Mus. 13 (3): 141-203.
- **Auffenberg, W. y R. Franz. 1978.** *Gopherus berlandieri* (Agassiz): Texas tortoise. Catalog of American Amphibians and Reptiles: 211.1-211.2.
- **Avery, H. W. 1995.** Constrains of body size, environmental stochasticity y livestock grazing on the nutritional ecology of North American Tortoises. Publ. Soc. Herpetol. Mex. 2: 14-16.
- **Bellaris, A. y J. Attridge. 1975.** Los reptiles. H. Blume Ediciones. Madrid, España 4ta edición: 86.
- **Berry, J. F. y R. Shine. 1980.** Sexual Size Dimorphism and Sexual Selection In Turtles (Order Testudines). Oecologia (Berl.) 44: 185- 191.
- **Berry, K. 1989.** *Gopherus agassizi*. In I. R. Swingland y M. W. Klements (eds), The Conservation Biology of Tortoise Occas. Pap. Internatl. Union Cons. Nature Nat. Res., Spec. Surv. Comm., 5: 5-7.
- **Bihn, J. P. y R. L. Napolitano. 1980.** Protozoa of reptiles and amphibians. In: J. B. Murphy y J. T. Collins (eds). Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles. Contributions to Herpetology SSAR No. 1: 243- 248.
- **Boyer, T. 1993.** A practitioner's guide to reptilian husbandry and care. The American Animal Hospital Association U.S.A.
- **Brown, B.C. 1950.** An annotated check list of reptiles and amphibians of Texas. Baylor Univ. Press. Texas: 259.
- **Brown M. B., I. M. Schumacher, P. A. Klein, K. Harris, T. Correll, y E. R. Jacobson. 1994.** *Mycoplasma agassizii* causes upper respiratory disease in the desert tortoise. Infection and Immunity 62: 4580-4586.
- **Bury, R. B. 1982.** North American Tortoises: Conservation and Ecology. R.B. Bury, (ed.) US Fish and Wildlife Service, Wildlife Research Report 12: Washington, DC: V-VII.
- **Bury, R. B. y E. L. Smith. 1986.** Aspects of the ecology and management of tortoise *Gopherus berlandieri* at Laguna Atascosa, Texas. Southwestern Naturalist 31: 387-394.
- **Carpenter, C. C. 1967.** Aggression and social structure in iguanid lizards. In W.W. Milstead (ed.). Lizard Ecology: A Symposium, Univ. Missouri Press, Columbia: 87-105.
- **Congdon, J. D. 1989.** Proximate and evolutionary constraints of energy relations of reptiles. Physiol. Zool. 62: 356-373.
- **Cooper, J. E., S. Gschmeissner y R. D. Bone. 1988.** Herpes-like virus particles in necrotic stomatitis of tortoises. Veterinary Record 123: 554.
- **Correa, S. F. 1995.** Aspectos de mantenimiento y reproducción en cautiverio de *Boa constrictor imperator* Daudin (Reptilia: Serpentes: Boidae). Tesis de Licenciatura de la FES Iztacala, U.N.A.M.
- **Correa, S. F. 2004.** Estudio comparativo de la ecología reproductiva de *Sceloporus gadoviae* (PHRYNOSOMATIDAE) en Zapotitlán de las Salinas, Puebla y el Cañón del Zopilote Guerrero, México. Tesis de Maestría de la FES Iztacala, U.N.A.M.

- **Crouse, D.T., L.B., Crowder y H., Caswell 1987.** A stage-based population model for logger head sea turtles and implications for conservation. *Ecology* 68: 1412-1423.
- **Cowan, D. F. 1968.** Diseases of captive reptiles. *Journ. American Vet. Med. Assoc.* 153: 848-859.
- **Cowan, D. F. 1980.** Adaptation, Maladaptation and disease. In: J. B. Murphy y J. T. Collins (eds). *Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles. Contributions to Herpetology SSAR No. 1:* 191-196.
- **De Vosjoli P. 1996a.** Design and Maintenance of Desert Vivaria. The Herpetological library special edition. The Vivarium design series, 1.
- **De Vosjoli P. 1996b.** General care and maintenance of popular tortoises. Advanced vivarium-systems, Inc. Impreso Singapore.
- **Dimer, J. E. 1989.** *Gopherus polyphemus*. In I. R. Swingland y M. W. Klements (eds), *The Conservation Biology of Tortoise Occas. Pap. Internatl. Union Cons. Nature Nat. Res., Spec. Surv. Comm., 5:* 14-16.
- **Dunham, A. E. y J. W., Gibbons 1990.** Growth of the slider turtle. In J. W. Gibbons(ed.) *Life History and Ecology of the slider Turtle Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.* 135-145.
- **Ernst, C. H. y R. W. Barbur, 1989.** *Turtles of the world. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. y London:* 274 y 275.
- **Ewert, M. A. 1979.** The embryo and its egg: development and natural history. Chapter 17. *Turtles perspectives and research. M. Harless y H. Morlock (eds). Edit. John Wiley & sons, Inc. U.S.A.*
- **Fabens, R. A. 1965.** Properties and fitting of the Von Bertalanffy growth curve. *Growth* 29: 265-289.
- **Falconer, D.S. 1981.** *Introduction to Quantitative Genetics 2nd. Ed. Longman Inc., New York, New York. IX:* 340.
- **Flemming, A. F. 1994.** Male and Female reproductive cycles of the viviparous lizard *Mabuya capensis* (Sauria: Scincidae) from Africa. *Journal of Herpetology* 28 (3): 334-341.
- **Frankham, R., H. Hemmer, O.A. Ryder, E.G. Cothran, M. E. Soulé, N. D. Murray y M. Snyder. 1986.** Selection in captivity. *Zoo Biol., 5:* 127-138.
- **Frazer, N. B. y L. M., Ehrhart 1985.** Preliminary growth models green, *Chelonia mydas* and loggerhead, *Caretta carretta*, turtle in the wild. *Copeia:* 73-79.
- **Fitch, H. S. 1987.** The sin of anecdotal writing. *Herpetological Review, 18 :* 68.
- **Fowler, M. E. D. V. M. 1984.** Husbandry, stress and disease as limiting factors in the captive propagation of reptiles: An over view. *Bulletin of Chicago Herpetological Society. 19 (2):* 3-16.
- **Frye, F. L. 1981.** Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry. *Veterinary Medicine Publishing Company, Eduardsville, Kansas:* 456.
- **Gauvin J. 1993.** Drug therapy in reptiles. *Sem Avian Exotic Pet Med, 2 (1):* 48-59.
- **Glatson, A. R. 1986.** Studbooks: the basis of breeding programmers. *Internatl. Zoo Yearbook, 24/25:* 162-167.
- **Grajales, T. L. 2002.** Manejo veterinario de anfibios y reptiles cautivos. *Todo Bichos. Boletin informativo del 1er encuentro de Herpetologia y Herpetocultura* 4.
- **Grant, C. 1960.** Differentiation of the southwestern tortoises (genus *Gopherus*), with notes on their habits. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist. 12:* 441-448.

- **Germano, D. J. 1988.** Age and growth histories of desert tortoises using scute annuli. *Copeia*: 914-920.
- **Germano, D. J. 1994.** Growth and age at maturity de North American Tortoises in relation to regional climates. *Can. J. Zool.*, 72: 918-931.
- **Germano, D. J. y R. B. Bury. 1998.** Age determination in turtles: evidence of annual deposition of scute rings. *Chelonia Conservation and Biology* 3: 123-132.
- **Günter, G. 1945.** The northern range of Berlandier's tortoise. *Copeia*:175.
- **Harper, P. A. W., D. C. Hammond y W. P. Heushele. 1982.** A herpesvirus-like agent associated with a pharyngeal abscess in a desert tortoise. *Journal of Wildlife Diseases* 18: 491-494.
- **Hellgren, E. C., Richard T. K., Donald C. R. III, y R. S. David. 2000.** Variation in tortoise life history: Demography of *Gopherus berlandieri*. *Ecology*, 81(5): 1297-1310.
- **Huff, T. A. 1980.** Captive propagation of subfamily Boinae with emphasis on genus *Ephicrates*. In: J. B. Murphy y J. T. Collins (eds). *Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles. Contribution to Herpetology. SSAR. No. 1:* 235-241.
- **Hutchins, M. 1988.** On the design of zoo research programmers. *Internatl. Zoo Yearbook*, 27: 9-19.
- **Hutchins, M. T., Foose y U., Seal. 1991.** The role of veterinary medicine in endangered specie conservation. *Jour. Zoo. Wildlife Med.* 22: 277-281.
- **Hutchins, M. y R. J., Wiese. 1991.** Beyond genetic and demographic management: the future of the species survival plan and related AAZP conservation efforts. *Zoo Biol.*, 10: 285-292.
- **IUCN. 1990.** Red list of Threatened Animals. Word Conservation Monitoring Centre. Cambridge, U.K.
- **Iverson J. B. 1982.** Adaptations to herbivory in iguanine lizards. In *Iguanas of the world.* Burghardt G. M. y A.S. Rand. (eds). Noyes Publication, Park Ridge, N.J.: 60-76.
- **Iverson J. B. 1991.** Patterns of survivorship in turtles (order Testudines). *Can. J. Zool.* 69: 385-391.
- **Jackson, C. G., Jr., T. H. Trotter, J. A. Trotter y M. W. Trotter. 1978.** Further observations of growth and sexual maturity in captive desert tortoises (Reptilia: Tetudines). *Herpetologica*, 34: 225-227.
- **Jacobson, E. R., S. Clubb, J. M. Gaskin y C. Gardiner. 1985.** Herpesvirus-like infection in Argentine tortoises. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 187: 1227-1229.
- **Jacobson, E. Kollias G. 1988.** Exotic animals. Churchill Livingstone. U.S.A.
- **Jacobson, E. R., J. M. Gaskin, M. B. Brown, R. K. Harris, C. H. Gardiner, J. L. Lapointe, H. P. Adams, y C. Regiarrdo. 1991.** Chronic upper respiratory tract disease of free-ranging desert tortoises, *Xerobates agassizii*. *J. Wildl. Dis.* 27: 296-316.
- **Jacobson, E. R. 1994a.** Veterinary procedures for the acquisition and release of captive-bred herpetofauna. *Captive management and conservation of amphibians and reptiles.* Society for the study of amphibians y reptiles. Edit: J. B. Murphy, Alderk, J.T. Collins: 25 y 26.
- **Jacobson, E. R. 1994b.** The desert tortoise and upper respiratory tract disease. *Bull ARAV*, 4 (1): 6.
- **Jacobson, E. R. 1997.** Chelonian Mycoplasmosis. *ARAV Proc.*: 99-103.

- **Johnson, J. D., B. Mangone, y J. L. Jarchow. 1998.** A review of mycoplasmosis infections in tortoise and options for treatment. Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians. 5ta annual conference Kansas city, Missouri: 89-92.
- **Judd, F.W. y J.C., McQueen. 1980.** Incubation, hatching, and growth of the Tortoise, *Gopherus berlandieri*. Journal of Herpetology. 14(4): 377-380.
- **Judd, F.W. y J.C., McQueen. 1982.** Notes on longevity of *Gopherus berlandieri* (Testudinidae). Southwestern Naturalist 27: 230-232.
- **Judd, F.W. y F.L., Rose 1983.** Population structure, density and movements of the Texas Tortoise *Gopherus berlandieri*. The Southwestern Naturalist. 28 (4): 387-398.
- **Judd, F.W. y F.L., Rose. 1989.** Egg production by Texas Tortoise, *Gopherus berlandieri*, in southern Texas. Copeia: 588-596.
- **Judd, F.W. y F. L., Rose. 2000.** Conservation status of the Texas Tortoise *Gopherus berlandieri*. Occasional Papers, Museum of Texas Tech University, 196: 1-12.
- **Kennett, R. 1996.** Growth models for two species of freshwater turtle, *Chelodina rugosa* and *Elseya dentata* from the wet-dry tropics of Northern Australia. Herpetologica, 52(3): 383-395.
- **Lazcano, V. D. y Dixon, R. J. 2002.** Lista preliminar de herpetofauna del estado de Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- **Landers, J. L., W. A. McRae, y J. A. Garner. 1982.** Growth and maturity of the gopher tortoise in southwestern Georgia. Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences 27: 81-110.
- **Lindeman, P. V. 1997.** Contributions toward improvement of model fit in nonlinear regression modeling of turtle growth. Herpetologica, 53(2): 179-191.
- **Long, D. R. y F. L. Rose. 1989.** Pelvic girdle size relationships in three turtle's species. J. Herpetol. 23(3): 315-318.
- **Marcus, L.C. 1980.** Bacterial infections in reptiles. In: J. B. Murphy y J. T. Collins (eds). Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles. Contributions to Herpetology SSAR No. 1: 211-221.
- **Marcus, L. C. 1981.** Veterinary Biology and Medicine of Captive Amphibians and Reptiles; Lea y Febiger; Philadelphia, U.S.A.
- **Mautino, M. 1993.** Biology and medicine of turtles and tortoises. The veterinary clinics of North America. Small animal practice. Exotic pet medicine I 23: 1251-1269.
- **Mittleman, M. B. 1962.** Letter to the editor. Philadelphia Herp. Soc. Bull. 10: Nos. 4, 9.
- **Moll, E. O. 1979.** Reproductive cycles and adaptations. In Turtles: Perspectives and research. M. Harless and H. Morlock (eds). John Willey, Sons, New York : 305-331.
- **Morafka, D. J. 1982.** The status and distribution of the bolson tortoise (*Gopherus flavomarginatus*). U. S. Fish Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 12: 71-94.
- **Morafka, D. J., G. Aguirre y G. A. Adest. 1989.** *Gopherus flavomarginatus*. In I. R. Swingland y M. W. Klements (eds), The Conservation Biology of Tortoise Occas. Pap. Internatl. Union Cons. Nature Nat. Res., Spec. Surv. Comm., 5: 10-13.
- **Morafka, D. J. 1994.** Missing links in the life histories of North American tortoises. In R. B. Bury y D. J. Germano (eds). Biology of North American

Tortoises. U.S. Department of Interior National Biological Survey, Fish and Wildlife Research 13: 161-173.

- **Murillo, G. I. 1996.** Manejo en cautiverio de algunas especies de tortugas de las familias EMYDIDAE y BATAGURIDAE (Reptilia: Chelonia: Cryptodira). Tesis de Licenciatura de la FES Iztacala, U.N.A.M.
- **Murphy, J. B. y J.T., Collins (eds.). 1980.** Reproductive biology and diseases of captive reptiles. Soc. Study Amphib. Reptiles, Oxford, Ohio. Contrib. Herpetol. 1.
- **Murphy, J. B., y D. Chiszar, 1989.** Herpetological master planning for the 1990s. Internatl. Zoo Yearbook, 28: 1-7.
- **Mushinsky, H. R., D. S., Wilson y E. D., Mc Coy. 1994.** Growth y sexual dimorphism of *Gopherus polyphemus* in central Florida. Herpetologica 50: 119-128.
- **Nichols, J. D. 1987.** Population models and crocodile management. IN G.J. W. Web, S. C. Manolis and P. J. Whitehead (Eds), Wildlife Management: Crocodiles and Alligators. Surrey Beatty and Sons, Sydney Australia: 177-187.
- **Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001,** que determina las especies en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece las especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación, 16 de mayo de 1994.
- **Niño, R. J., R. Y. Benavides, A. Guerra y D. Lazcano 1998.** Distribución y estructura poblacional de la tortuga de berlandieri, (*Gopherus [=Xerobates] berlandieri*) en México. Informe final del Proyecto H093. CONABIO.
- **O'Connor, M. P., J. S. Grumbles, R. H. George, L. C. Zimmermann, y J. R. Spotila. 1994.** Potential hematological and biochemical indicators of stress in free-ranging desert tortoises and captive tortoises exposed to hydric stress gradient. Herpetological Monographs 8: 5-26.
- **Pérez, C. E. 1998.** Manual de técnicas y procedimientos para el manejo clínico de herpetofauna cautiva. Tesis de Licenciatura. FES Cuautitlán, U.N.A.M.
- **Porter, K. R. 1972.** Herpetology. W. B. Saunders. Co. Philadelphia: 524.
- **Prezant R.M., R. Isaza, E. R. Jacobson. 1994.** Plasma concentration and disposition kinetics of enrofloxacin in gopher tortoises, *Gopherus polyphemus*. J. Zool. Wild. Med. 25: 82-87.
- **Ratcliffe, H. L. 1968.** Contribution of a zoo to an ecology of disease. Proc. American Phil. Soc. 112: 235-244.
- **Rose, F. L. y F. W., Judd. 1975.** Activity and home range size of the Texas Tortoise, *Gopherus berlandieri*, in south Texas. Herpetologica, 31: 448-456.
- **Rose, F.L. y F.W. Judd. 1982.** Biology and status of Berlandier's Tortoise (*Gopherus berlandieri*) in North American Tortoises. Conservation and Ecology. United States WS, Wildlife Research report 12: 57-70.
- **Rose, F. L. y F. W. Judd. 1991.** Egg Size versus Carapace-Xiphiplastron Aperture Size in *Gopherus berlandieri*. Journal of Herpetology, 25 (2): 248-250.
- **Rubio, M. B. 1998.** Manejo integral en el mantenimiento de anfibios y reptiles en cautiverio en el Laboratorio de Herpetología de la UNAM campus Iztacala. Tesis de Licenciatura sobre actividades profesionales, FES Iztacala, U.N.A.M.
- **Sabat, M. 1960.** Eggs and young of several Texas reptiles. Herpetologica 16:72.
- **Schumacher, I. M. y E. R. Jacobson. 1995.** Diseases of North American tortoises (*Gopherus* spp.). Publ. Soc. Herpetol. Mex. (2): 69-72.

- **Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) 1991.** Gaceta Ecológica. Acuerdo por el que se establecen los criterios ecológicos CT-CERN-001-91 que determinan las especies raras, amenazadas, en peligro de extinción.
- **Simpson, S. y A. Ellis 1990.** The hardy and prolific sand Boa. *Eryx j. jaculus*. The Vivarium 2 (4): 20-24.
- **Smith, H.T. y R.B. Smith. 1979.** Synopsis of Herpetofauna of México. Guide to Mexican Turtles Bibliographic Addendum. III. John Johnson. (VI):1044.
- **Snyder, R. L. 1976.** The biology of population growth. St. Martin's Press, N.Y.
- **Swingland, I. R. 1994.** International conservation and captive management of tortoises. Captive management and conservation of amphibians and reptiles. Society for the study of amphibians y reptiles. Edit: J. B. Murphy, Alderk, J.T. Collins: 99-107.
- **Texas Parks and Wild Life Department. 1986.** The Texas Tortoise: A protected species. PWD-L-9000-12-5/86 Texas Parks and Wild Life Department. 1986. The Texas Tortoise: A protected species. PWD-L-9000-12-5/86.
- **Theimer, T. C. y G. C. Bateman. 1992.** Patterns of pricklypear herbivory by collared peccaries. Journal of Wildlife Management 56: 234-240.
- **Tinkle, D. W., H. M. Wilbur y S. G. Tilley 1970.** Evolutionary strategies in lizard reproduction. Evolution 24: 55-74.
- **Turner, F. B. (ed.) 1986.** Management of the desert tortoise in California. Herpetologica, 42: 56-138.
- **Turner, F. B., P. Hayden, B. L. Burge y J. B. Roberson. 1986.** Egg production by the desert tortoise *Gopherus agassizii* in California. Herpetologica 42: 93-104.
- **Van Devender, R. W. 1978.** Growth ecology of a tropical lizard *Basiliscus basiliscus*. Ecology 59: 1031-1038.
- **Voight, W.G. y C.R. Jhonson. 1976.** Aestivation and thermoregulation in ten Texas tortoise, *Gopherus berlandieri*. Comp. Biochem. Physiol. 53A: 41-44.
- **Von Bertalanffy, L. 1951.** Metabolic types and growth types. American Naturalist 85: 111-117.
- **Von Bertalanffy, L. 1957.** Quantitative laws in metabolism and growth. Quarterly Review of Biology 32: 217-231.
- **Wallach J. 1985.** Diseases of exotic animals. W.B. Saunders Company. U.S.A.
- **Warwick, C. 1990.** Reptilian etiology in captivity: Observation of some problems and an evaluation of their etiology. Appl. Anim. Bahav. Sci., 26 : 1-13.
- **Wiese, R. J. y M. Hutchins. 1994.** The role of Zoo and Aquariums in Amphibian and Reptilian conservation. Captive management and conservation of amphibians and reptiles. Society for the study of amphibians y reptiles. Edit: J. B. Murphy, Alderk, J.T. Collins: 37- 45.
- **Woodbury, A. M. y R. Hardy. 1948.** Studies of the desert tortoise, *Gopherus agassizii*. Ecological Monographs 18: 146-200.
- **World Chelonian Trust 2003.** Texas Tortoise- *Gopherus berlandieri*.
- **Zimmerman, L. C. y C. R. Tracy. 1989.** Interactions between the environment and ectothermy and herbivory in reptiles. Physiol. Zool. 62: 374-409.
- **Zimmerman, H. 1989.** Conservation studies on the dart-poison frogs dendrobatidae in field and in captivity. International Zoo Yearbook, 28: 31-45.
- **Zug, G.R. 1991.** Age determination in turtles. Society for the study of Amphibians and Reptiles. Herpetological Circular 20: 1-20.

- **Zuñiga-Vega J.J., R. I. Rojas-González, J. A. Lemos-Espinal y M. E. Pérez-Trejo. 2005.** Growth ecology of the lizard *Xenosaurus grandis* in Veracruz, México. *Journal of Herpetology*, 39 (3): 433-443.